Untersuchungen über einige Fungi imperfecti und die zugehörigen Ascomycetenformen. I u. II.

Von

H. Klebahn.

Mit 75 Textfiguren.

Es entspricht einer zweifellos richtigen Annahme, daß die sogenannten *Fungi imperfecti* nicht selbständige Pilze, sondern nur Entwicklungszustände von höheren Pilzen, in der Regel von Ascomyceten sind, wenn sich auch manche unter ihnen finden mögen, welche die Eigenschaft, eine höhere Fruchtform zu bilden, entweder wieder verloren oder überhaupt nicht erworben haben. Aber im Verhältnis zu der Gesamtzahl der *Fungi imperfecti* ist die Zahl derjenigen, für welche der Zusammenhang mit einer höheren Fruchtform, sei es durch einfache Verfolgung der Entwicklung des Pilzes unter seinen natürlichen Verhältnissen, sei es durch mühsame Untersuchung in künstlicher Kultur, sichergestellt oder wenigstens wahrscheinlich gemacht worden ist, eine recht geringe, und man ist noch weit davon entfernt, auf Grund der bekannt gewordenen Zusammenhänge Grundsätze für ein natürliches System der *Fungi imperfecti* aufstellen zu können. Nicht wenige *Fungi imperfecti* nehmen als Erreger von Pflanzenkrankheiten noch ein besonderes wissenschaftliches und manchmal auch ein praktisches Interesse in Anspruch, und gerade von diesen kennt man bisher nur in wenigen Fällen die höheren Fruchtformen mit Sicherheit.

Es schien mir daher eine dankbare Aufgabe zu sein, der Auffindung der Ascosporenformen schmarotzender *Fungi imperfecti* Untersuchungen zu widmen und dabei die Erfahrungen zu verwerten, die ich durch jahrelang fortgesetzte Infektionsversuche mit Rostpilzen gewonnen habe. Neben den Methoden der Infektion mußten

dabei die bewährten Methoden der Reinkultur ausgedehnte Anwendung finden. Schon der Umstand, daß die meisten Ascomyceten sich leicht auf künstlichem Nährboden züchten lassen, nötigt dazu, ihr Verhalten außerhalb des Wirtes zu verfolgen. Sodann aber vermag die Reinkultur auch wichtige Aufschlüsse im Sinne der vorliegenden Aufgaben zu geben, die Resultate des Infektionsversuchs zu bestätigen und denselben in solchen Fällen, wo die Infektion auf Schwierigkeiten stößt, mehr oder weniger zu ersetzen.

Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen soll in einer Reihe aufeinander folgender Einzelbearbeitungen berichtet werden, von denen die beiden ersten hiermit vorliegen. Ein voraufgeschickter Abschnitt enthält eine Darstellung der angewandten Methoden.

Es sei mir noch gestattet, an dieser Stelle den Herren J. A. Bäumler (Preßburg), J. Beauverie (Lyon), C. Massalongo (Ferrara), C. A. J. A. Oudemans (Arnhem), Ch. H. Peck (Albany), P. A. Saccardo (Padua), C. Brick, W. Cordes, M. Dennstedt, W. P. Dunbar, O. Jaap, J. Kister, H. C. Plaut, F. Voigtländer, E. Zacharias (Hamburg), von denen ich in verschiedener Weise wertvolle Unterstützung erhielt, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Untersuchungsmethoden.

Für die Einführung in die Methoden der Reinkultur bin ich Herrn Prof. Dr. W. P. Dunbar, Direktor des Hygienischen Instituts in Hamburg, zu Dank verpflichtet, der mir längere Zeit hindurch einen Arbeitsplatz in diesem Institut zur Verfügung stellte, und namentlich Herrn Dr. J. Kister, Abteilungsvorsteher am Hygienischen Institut, der mich mit den Einzelheiten bekannt machte und zeitweilig auch während meiner Abwesenheit die Kulturen in Pflege nahm. Mehrere wertvolle Winke speziell in bezug auf die Kultur von Eumyceten verdanke ich auch Herrn Dr. med. H. C. Plaut in Hamburg.

Nachdem ich die Arbeit zunächst nach den gewöhnlichen in der Bakteriologie gebräuchlichen Methoden begonnen hatte, ergab sich bald, daß sowohl diese Methoden wie insbesondere auch die gewöhnlich verwandten neutralen oder schwach alkalischen Nährböden, insbesondere Gelatinenährböden, für die Gewinnung und Erhaltung von Reinkulturen meiner Pilze nicht die zweckmäßigsten

waren, und es erwies sich als notwendig, die Arbeitsmethoden in entsprechender Weise zu modifizieren, sowie namentlich den mikroskopischen Nachweis des Ausgehens von einer einzigen und bestimmten Spore zu ermöglichen.

Als Nährboden verwandte ich hauptsächlich Agar unter Zusatz von Nährlösungen. Von Gelatine sah ich ab, weil dieser Stoff durch viele Bakterien und auch durch manche Pilze verflüssigt wird. Als Zusatz diente entweder Pflaumendekokt, eine für zahlreiche Pilze sehr geeignete Nährlösung, oder eine Abkochung der Blätter derjenigen Pflanze, auf welcher der zu untersuchende Pilz lebt. Von den Dekokten der Nährpflanzen kann man vermuten, daß sie Stoffe enthalten, die den betreffenden Pilzen willkommen sind, oder die die Entwicklung anderer Organismen hemmen, und es wurden durch Verwendung derselben in der Regel gute Resultate und charakteristische Entwicklungen der Pilze erhalten, wenngleich sich die Pilze vielfach auch auf andern Substraten kultivieren lassen, fast immer dann, wenn sie bereits in Reinkultur erhalten sind.

Die chemische Natur der Pflanzendekokte ist natürlich unbekannt. Darin liegt eine gewisse Unbestimmtheit dieser Kulturmethode. Es wäre erwünscht gewesen, mit Nährböden von genau bekannter Zusammensetzung zu arbeiten. Indessen wurden in mykologischer Beziehung befriedigende Resultate erhalten, und die Ergründung der physiologischen Verhältnisse gehörte zunächst nicht zu den Aufgaben, die ich mir gestellt hatte.

Eine gemeinsame Eigenschaft dieser Dekokte ist übrigens leicht festzustellen und zugleich wichtig; sie haben nämlich sämtlich einen gewissen Gehalt an Säure, und dieser wurde bei der Herstellung der Nährböden in der Regel nicht neutralisiert. Der saure Nährboden hat den Vorzug, daß er die Entwicklung der Bakterien hemmt, die auf neutralem oder schwach alkalischem Nährboden sehr bald alles andere überwuchern. Dies ist für die erste Gewinnung von Reinkulturen von Wichtigkeit, da es nicht immer möglich ist, völlig reines Aussaatmaterial zu verwenden. Die Pilze lieben oder ertragen einen gewissen Grad von Säure. Auf saurem Nährboden wachsen die Bakterien gar nicht oder schlecht, und es gelingt dem Pilze nicht selten, wenn er ein einigermaßen rasch wachsendes Mycel besitzt, dem Bereiche der Bakterien zu entfliehen. Eine andere Schwierigkeit ist allerdings auf diesem Wege nicht auszuschließen, nämlich die Störung durch die gewöhnlichen Schimmelpilze, die auch auf stark saurem Substrat noch üppig

gedeihen. Gegen diese kann ich sichere Mittel bisher nicht angeben. Wo ihre Sporen dem Aussaatmaterial beigemischt zu sein pflegen, muß man tunlichst von einer einzigen Spore ausgehen und größte Sorgfalt walten lassen. Die Schimmelmycelien wachsen so rasch, daß Reinkulturen, in die sich zufällig ein Schimmelpilz eingeschlichen hat, nur selten zu retten sind.

Die Herstellung eines klar filtrierten Agarnährbodens ist keineswegs eine angenehme Arbeit. Auch siedend heiß geht die dickliche Flüssigkeit sehr schwer durch das Filter und verstopft die Poren desselben in kürzester Zeit. Ich begrüße es daher mit Freude, ein Verfahren empfehlen zu können, das in dem Traité pratique de Bactériologie von E. Macé[1]) enthalten ist, dessen Mitteilung ich Herrn Dr. H. C. Plaut verdanke:

10 g Agar werden zunächst 24 Stunden in 500 ccm Wasser mit 6 ccm reiner Salzsäure eingeweicht, dann längere Zeit mit viel reinem Wasser ausgewaschen. Hierauf wird die Agarmasse abermals 24 Stunden mit einer Mischung von 500 ccm Wasser und 6 ccm Ammoniak behandelt und dann wieder sorgfältig mit Wasser gewaschen. Jetzt kann der Agar direkt mit soviel Wasser und Nährlösung versetzt werden, daß nach dem Kochen ein Nährboden von der gewünschten Konsistenz entsteht (2–4% Agar). Als vorteilhafter habe ich es gefunden, ein größeres Quantum Agar nach dem angegebenen Verfahren zuzubereiten, wieder zu trocknen (auf Filtrierpapier auszubreiten) und bis zur gelegentlichen Verwendung aufzubewahren. Der auf diese Weise zubereitete Agar löst sich (auch nach dem Trocknen) sehr schnell in kochendem Wasser auf und geht dann verhältnismäßig sehr leicht durch das Filter; es genügt die Anwendung eines gewöhnlichen Heiztrichters, und man erhält ein schön klares Produkt.

Bei der Herstellung des Pflaumendekoktagars ergaben sich insofern Schwierigkeiten, als derselbe nach dem Sterilisieren sehr häufig nicht wieder fest, sondern breiig wurde. Der starke Säuregehalt des Pflaumendekokts scheint die Ursache zu sein. Ich habe daher später die Säure teilweise durch Natrium bicarbonicum abgestumpft und auf diese Weise gute Resultate erhalten.

Unter Umständen kann es vorteilhaft sein, sterilisierte Pflanzenteile als Nährboden zu verwenden. Ich habe den Platanenpilz auf

1) Paris (Baillière) 1889, p. 150.

sterilisierten Platanenblättern, einige an anderer Stelle[1]) besprochene Tulpenpilze auf sterilisierten Tulpenzwiebeln zu guter Entwicklung gebracht. Auch auf sterilisierten Kartoffeln wurden einige der hier erwähnten Pilze kultiviert.

Das Sterilisieren der Nährböden ließ ich anfangs im Hygienischen Institut im Autoklaven vornehmen; später habe ich dazu mit vollständig ausreichendem Erfolg den einfachen Soxhlet-Apparat verwendet. Die in bekannter Weise mit Gummiverschluß versehenen Soxhlet-Flaschen sind außerdem zum Aufbewahren der sterilen Nährböden sehr bequem.

Um Reinkulturen zu erhalten, ist es am vorteilhaftesten, von möglichst reinem Aussaatmaterial auszugehen; wie weit dies möglich war, wird bei den einzelnen Pilzen auseinandergesetzt werden.

Um die Keimung der Sporen zu beobachten, das aus ihnen entstehende Mycel möglichst lange in seiner Entwicklung verfolgen zu können, und um Reinkulturen zu erziehen, die mit möglichster Sicherheit auf eine bestimmte Spore zurückzuführen waren, bediente ich mich feuchter Kammern von folgender Einrichtung. Auf einem großen Objektträger (70 : 35 mm) kommt ein dicker kleiner (48 : 28 mm, 2 mm dick) zu liegen, der eine kreisförmige Durchbohrung (13 mm) hat. Die Öffnung wird mit einem Deckglas (18 mm) bedeckt. Die Teile sind zuvor durch Erhitzen zwischen zwei Eisenschalen sterilisiert worden und werden noch heiß zusammengelegt. Nach dem Abkühlen wird das Deckglas durch geschmolzenes Wachs befestigt und ringsherum verkittet, wobei man sich zweckmäßig eines Wachsstöckchens bedient. Dann hebt man den kleinen Objektträger ab, breitet rasch mit einer Platindrahtschlinge einen Tropfen sterilen heißen Nähragars auf der Unterseite des Deckglases aus und legt wieder auf. In derselben Weise impft man nach dem Erstarren. Der durch den impfenden zugespitzten oder mit Schneide versehenen Draht verursachte Schnitt in dem Agar erleichtert das Auffinden der Sporen unter dem Mikroskop. Man überzeugt sich von dem Vorhandensein und der Lage der gewünschten Sporen, bringt einen Tropfen Wasser zwischen die beiden Objektträger und legt das Ganze unter eine mit Wasser abgesperrte Glasglocke. Das Aussaatmaterial wird zum Zwecke des Impfens auf einem sterilen Objektträger in einem Tropfen

---

1) Über die Botrytis-Krankheit und die Sklerotienkrankheit der Tulpen usw. Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anstalten für 1905.

sterilen Wassers verteilt. Ist dasselbe genügend rein, so gelingt es bei entsprechender Verdünnung leicht, eine einzige Spore oder wenige gleichartige in den Impfstrich zu bringen, und man erhält dann manchmal sogleich Reinkulturen, die sich unter günstigen Umständen mehrere Wochen lang in der feuchten Kammer beobachten lassen. Man kann auch eine bestimmte Spore unter dem Mikroskop eingestellt stehen lassen und so das Wachsen des Mycels Schritt für Schritt verfolgen, muß dann aber durch Zufügen genügenden Wassers an den Rand des kleinen Objektträgers und durch Überstülpen einer Glocke über das Mikroskop dafür sorgen, daß die Kultur nicht eintrocknet. Finden sich verschiedenartige Keime in einer feuchten Kammer, so gelingt es nicht selten, das aus der gewünschten Spore entstehende kleine Mycel mit sterilen Nadeln herauszupräparieren und in eine andere feuchte Kammer zu übertragen. Auf dieselbe Weise kann man Mycelteile auf eine Agarschicht in Petrischalen oder Probierröhren überimpfen und größere Reinkulturen gewinnen. Auch lassen sich aus dem Deckglase mit der anhaftenden Kultur Dauerpräparate herstellen, indem man den oberen Objektträger zunächst so lange in Alkohol legt, bis sich das Deckglas und von diesem das Wachs leicht ablösen läßt, und dann in bekannter Weise in Glyzeringelatine einbettet.

In bezug auf die Herstellung von Kulturen in Petrischalen oder auf einer schrägen Agarschicht in Probierröhren ist nicht viel Besonderes zu bemerken, da die angewandten Methoden nicht wesentlich von den in der Bakteriologie gebräuchlichen abweichen. Die Kultur in Petrischalen ist zu empfehlen, wenn es sich um die Gewinnung von Demonstrationsobjekten handelt; von mehreren der Pilze habe ich die erhaltenen Kulturen durch Behandlung mit Alkohol und Durchtränkung mit Glyzerin, eventuell mit einem Zusatz von Phenol, in haltbare Präparate verwandelt. Die Kultur in Röhren hat dagegen den Vorzug, daß sie nicht so leicht der Verunreinigung durch Schimmelpilze ausgesetzt ist. Man kann solche Kulturen ein halbes Jahr und länger erhalten, wenn man sie durch Aufbewahren in einem zugedeckten Glasgefäße gegen Verdunstung schützt. Auch empfiehlt es sich, den oberen Teil der Röhre mit dem Watteverschluß von Zeit zu Zeit in der Flamme zu erhitzen, um etwa von außen eindringende Schimmelmycelien abzutöten. Beim Überimpfen aus einer Kultur in eine neu anzulegende ist es, falls der Pilz keine Konidien bildet, zweckmäßig, sich eines steifen, am Ende nach Art einer Staarnadel platt ge-

hämmerten Platindrahtes zu bedienen, da man mycelhaltige Teile aus dem Nährboden herausstechen und übertragen muß.

Die Bildung der Ascosporenform der Pilze mußte der Einwirkung der natürlichen Faktoren überlassen bleiben. Zwar wurden in einigen Fällen auch in künstlichen Kulturen Perithecien erhalten; aber irgend welche Mittel, den Pilz zur Ascosporenbildung zu nötigen, oder die Ascosporenbildung zu befördern, sind bisher nicht bekannt. In den vorliegenden Fällen bewährte sich die Überwinterung der pilzbehafteten Blätter im Freien. Es wurde dabei ebenso verfahren, wie bei der Überwinterung der Rostpilzteleutosporen[1]); nur ließ ich die Blätter im Frühjahr etwas länger draußen. Ob und inwieweit dies nötig ist, habe ich nicht untersucht. Wenn sich die Sporen als reif erwiesen, wurde das Material bis zur Verwendung trocken aufbewahrt.

In bezug auf die Gewinnung der Ascosporen zum Zwecke der Infektion und der Anlegung von Reinkulturen sind zwei Fälle zu unterscheiden. Einige Perithecien kann man leicht zum Ausschleudern der Sporen veranlassen, wenn man das zuvor trocken aufbewahrte Material zunächst in Wasser einweicht, es dann äußerlich mit Löschpapier abtrocknet und hierauf langsam an der Luft trocknen läßt. Breitet man das Material feucht auf Drahtnetz über der zu infizierenden Pflanze aus, so wird dieselbe reichlich mit Sporen besät. Fängt man die Sporen auf sterilisierten Objektträgern auf, so erhält man sie leicht in ausreichender Reinheit. Wenn die Sporen dagegen nicht oder nur spärlich ausgeschleudert werden, muß man die Perithecien einzeln frei präparieren. Dabei behandelt man sie zweckmäßig wiederholt mit sterilem Wasser, um außen anhaftende Keime möglichst zu entfernen, und zerdrückt sie dann in einem Tröpfchen sterilen Wassers. Auf diese Weise erhält man unter günstigen Umständen Asci und Ascosporen den fremden Keimen gegenüber in so reichlicher Menge, daß die Herstellung von Reinkulturen nicht allzu große Schwierigkeiten bietet; doch verhalten sich die einzelnen Pilze in dieser Beziehung sehr verschieden.

Während für Reinkulturen ein einziges Perithecium genügt, ist es für Infektionen lebender Pflanzen in der Regel erforderlich oder wünschenswert, ein größeres Quantum von Perithecien in der angegebenen Weise zu präparieren. Falls sich die zu infizierenden

---

1) Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904, p. 86.

Pflanzenteile benetzen lassen, führt man die Übertragung der in Wasser verteilten Sporen am besten mit einem Pinsel aus; sind sie aber unbenetzbar, so muß man einen Zerstäuber nehmen. Ich verwende einen kleinen Glaszerstäuber, wie ihn die Drogenhandlungen vorrätig haben, und eine kleine Metallpumpe, wie sie von Barbieren gebraucht wird; das saugende Glasrohr wird in ein winzig kleines Fläschchen getaucht, welches das Impfmaterial enthält. Der Apparat arbeitet stoßweise, was den Vorzug sparsameren Verbrauchs des Materials hat. Bei der Anwendung des Zerstäubers muß man mit einem gewissen Verlust von Impfmaterial rechnen; anderseits wird dasselbe aber auch gleichmäßiger über die Pflanze verteilt. Die Anwendung des Pinsels bei benetzbaren Pflanzen hat dagegen den Vorzug, daß es leichter ist, bestimmte genau bezeichnete Stellen zu impfen. Gelegentlich wurde auch ein Kapillarrohr zur Übertragung der die Sporen enthaltenden Flüssigkeit verwendet. Nach der Impfung habe ich die Versuchspflanzen ebenso behandelt, wie die mit Uredosporen oder Äcidiosporen von Rostpilzen besäten, d. h. sie zunächst auf etwa fünf Tage unter passende Glasglocken gestellt und sie dann im Gewächshause bis zum Eintreten des Erfolges beobachtet.

In bezug auf die Gewinnung von Konidien von lebenden Blättern zur Herstellung von Reinkulturen oder zu Infektionsversuchen ist nach dem voraufgehenden nicht viel Besonderes mehr zu sagen. Wenn dieselben in Gestalt zusammenhängender Massen aus den Pykniden hervorquellen, wie es bei den meisten der untersuchten Pilze der Fall war, ist es im allgemeinen nicht schwer, sie in genügender Reinheit und in genügender Menge zu erhalten. Bleiben sie mehr in den Pykniden eingeschlossen, so muß man diese frei zu präparieren suchen und sie dann in Wasser zerdrücken. Die weiteren Maßregeln ergeben sich nach dem oben Gesagten leicht.

I. *Phleospora Ulmi* (Fr.) Wallr.

1. Die Konidienform.

Phleospora Ulmi oder, wie es nach Allescher[1]) richtiger heißen dürfte, *Phleospora ulmicola* (Biv. Bern.), ist ein auf den Blättern der Ulmen, wenn auch nicht überall häufiger, so doch

1) Allescher, Pilze VI (*Fungi imperfecti*), p. 936, in Rabenhorst, Kryptogamenflora, 2. Aufl.

weit verbreiteter Pilz. Er wird außer für Europa auch für Nordamerika angegeben. Ich fand ihn bei Hamburg regelmäßig im Herbst auf den großblättrigen Trauer-Ulmen des Ohlsdorfer Friedhofs. Als Name dieser Ulmen wurde mir von Herrn Friedhofsdirektor Architekt W. Cordes, der auch die Liebenswürdigkeit hatte, mir eine Anzahl kleiner Exemplare zu Versuchszwecken zu überlassen, *Ulmus montana pendula*[1]) angegeben. Dieselbe Ulmensorte sah ich schon vor einer Reihe von Jahren auf dem Rhiensberger Friedhofe bei Bremen von dem Pilze stark befallen. Auf den wildwachsenden oder als Chausseebäume gepflanzten Ulmen sieht man den Pilz seltener. Auf *Ulmus campestris* L. sammelte ich ihn bei Fort Kugelbake an der Elbmündung. Herr O. Jaap sandte ihn mir von Triglitz in der Prignitz mit dem Bemerken, daß er dort auf *Ulmus campestris* häufig sei.

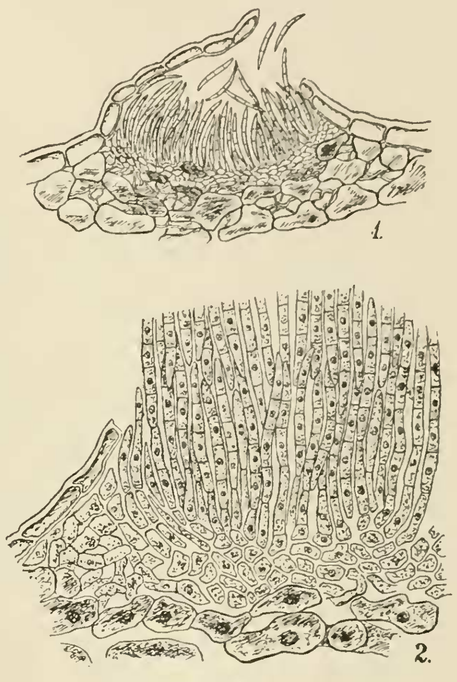


Fig. 1. *Phleospora Ulmi*. Konidienlager. $\frac{230}{1}$.
Fig. 2. Teil eines älteren Lagers, in welchem die Konidien eine zusammenhängende Masse bilden. Nach einem gefärbten Balsampräparat. $\frac{540}{1}$.

Das Mycel erzeugt lokalisierte gelbe Flecken auf den Blättern. Bei starkem Befall fließen die Flecken zusammen, und größere Stellen des Blattes, oft die halbe oder die ganze Spreite färben sich braun und vertrocknen. Die Hyphen sind zart und farblos und verlaufen interzellular. Die Konidien entstehen in Lagern von $^1/_5$—$^1/_2$ mm Durchmesser auf der Blattunterseite (Fig. 1 u. 2). Es bildet sich ein flach ausgebreitetes pseudoparenchym-artiges Pilz-

1) In L. H. Bailey, Cyclopedia of American Horticulture, ist p. 1881 unter *U. scabra* Mill. [*U. montana* With., *U. glabra* Huds.] eine Varietät *pendula* Loud. genannt.

gewebe unter der Epidermis, von dem Hyphen senkrecht gegen die Epidermis vorwachsen und wiederholt Konidien bilden, sodaß die Epidermis emporgehoben und dann gesprengt wird. Die unter der Epidermis liegenden Zellen werden durch dieses Gewebe mehr oder weniger zerstört, ihre Reste teilweise von demselben eingeschlossen. Die Konidien (Fig. 6) sind farblos, stabförmig oder etwas spindelförmig, meist schwach gekrümmt, an den Enden abgerundet oder etwas zugespitzt, 23—52 μ lang, 4—7 μ dick, durch Querwände meist vierzellig, seltener zwei-, drei- oder fünfzellig. Jede Zelle enthält einen Zellkern (Fig. 2).

Die Gattung *Phleospora* wird in die Familie der Sphaerioideen gestellt, die durch den Besitz eines Fruchtgehäuses ausgezeichnet ist. Ich vermag aber ein Gehäuse um die Konidienlager nicht nachzuweisen. Auch an jungen Lagern ist über den Konidien, die die Epidermis noch nicht gesprengt haben, kein Pilzgewebe vorhanden, und das wenige nicht direkt Konidien bildende Pilzgewebe, welches sich am Rande der Lager zwischen Epidermis und Mesophyll eindrängt, kann unmöglich den Anspruch erheben, als Gehäuse bezeichnet zu werden. Ich würde es deshalb für natürlicher halten, den Pilz in die Familie der Melanconiaceen zu stellen. Daß das Gehäuse „zuweilen undeutlich" sei und der Pilz daher zu *Septogloeum* neige, hebt bereits Saccardo (Sylloge III, p. 578) hervor. Vielleicht wäre aber überhaupt der ganzen Gattung *Phleospora* besser ein anderer Platz zu geben; denn die Angaben über das Fruchtgehäuse sind zum mindesten sehr unbestimmt. Man vergleiche die Diagnose bei Saccardo (Sylloge III, p. 577), die Allescher (Pilze VI, p. 932) folgendermaßen übersetzt: „Fruchtgehäuse unvollständig entwickelt, mit breiter Durchbohrung, fast[1]) unter der Oberhaut, meistens aus dem veränderten Gewebe des Substrats gebildet." Ein aus dem veränderten Gewebe des Substrates gebildetes Gehäuse ist kein Bestandteil des Pilzes und kann daher auch für die systematische Stellung nicht entscheidend sein; noch unbestimmter wird das Ganze durch den Zusatz „meistens" (plerumque). In der einzigen von Allescher reproduzierten Abbildung einer *Phleospora*, der von *Phl. Laserpitii* (p. 933), ist keine Spur eines Gehäuses zu sehen. Auch Magnus (*Hedwigia* 1898, p. 172 und 1900, p. 111) hat die hier vorliegenden

1) Das Wort „fast" muß entfernt werden, es scheint durch eine irrtümliche Deutung des Wortes „subcuticularia" gesetzt worden zu sein.

Schwierigkeiten empfunden; er sucht sich mit denselben abzufinden, indem er die Worte: „e contextu matricis mutato“ nicht, wie es Allescher meiner Ansicht nach mit Recht getan, auf das Substrat, sondern auf das „zur Bildung der Fruchtform sich verflechtende Mycel“ bezieht und somit das manchmal halbkugelig eingesenkte Hymenium als Gehäuse ansieht. Um den Gegenstand zur Entscheidung zu bringen, würde es nötig sein, eine größere Zahl von *Phleospora*-Arten und die nächst verwandten Gattungen zu untersuchen, was mir gegenwärtig fern liegt; ich will nur noch darauf hinweisen, daß in den später mitzuteilenden Untersuchungen über den Platanenpilz gezeigt werden wird, daß dem Vorhandensein oder Fehlen eines Gehäuses überhaupt keine allzugroße Bedeutung beigelegt werden darf. Dies entspricht auch einer schon vor geraumer Zeit von Brefeld (Untersuch. a. d. Gesamtgeb. d. Myc. X, 1891, p. 216; s. auch p. 345) auf Grund von Beobachtungen über die Konidienbildungen von *Sphaerella Populi* und andern Ascomyceten ausgesprochenen Ansicht.

Erwähnt sei auch noch, daß Allescher (Verz. in Südbayern beob. Pilze III. Abt., p. 60) eine var. *minor* der *Phleospora Ulmi* aufgestellt hat, deren Konidien nur 35—45 : 4—5 μ messen, während für die Hauptart 55 : 6 μ angegeben wird. Da aber an den mir vorliegenden Materialien die Konidien meist nicht größer sind als an der Varietät und außerdem die Größe der Konidien aus demselben Lager sehr wechselt, so ist wohl die Unterscheidung nicht genügend sicher begründet, und dem Maß 55 : 6 fehlt wahrscheinlich die untere Grenze.

Infolge der Infektionsversuche, die unten näher besprochen werden sollen, war es möglich, die Entwicklung der Konidienlager auf den lebenden Blättern zu verfolgen. Zuerst zeigen sich gelblich verfärbte Flecken; dann werden auf diesen auf der Unterseite winzige, blaß bräunliche Höcker bemerkbar. Die Höcker wachsen, wenn sich die Pflanze dauernd in trockner, ruhiger Luft befindet, zu kleinen Säulchen oder Hörnchen von ½ mm oder mehr Höhe heran. Diese bestehen aus den dicht aneinander gedrängten Konidien (Fig. 2), die so, wie sie mit- und nacheinander gebildet wurden, in Zusammenhang geblieben und durch eine im Wasser verquellende Substanz miteinander verklebt sind. Trifft Feuchtigkeit die Unterseite der Blätter, so lösen sich die Konidien voneinander und verteilen sich in dem Wasser. Verdunstet das Wasser wieder, so trocknen die Konidien zu rötlichweißen Krusten zu-

sammen, die um die Konidienlager herum oder neben denselben die Blattfläche bedecken. Dadurch gewinnen stark befallene Blätter ein sehr auffälliges Aussehen; mit der braunen Farbe, die der größte Teil des Blattes durch den Pilzangriff erhalten hat, kontrastieren lebhaft die rötlichweißen Krusten der aufgelösten und wieder angetrockneten Konidien. Ein Verstäuben der Konidien findet demnach nicht statt. Zur Verbreitung derselben dürfte es kommen, wenn Wind und Regen gleichzeitig einwirken, sodaß die Blätter unterseits benetzt und zugleich durcheinander geschüttelt werden. Da aber die Unterseite der Blätter wohl nie ganz und gleichmäßig benetzt wird, so kann auch die Ablösung der Konidien nur eine teilweise sein, und es ist daher begreiflich, daß auch im Freien stets große Mengen der zu Krusten angetrockneten Konidien an den Blättern, auf denen sie entstanden sind, haften bleiben. Da anderseits die Konidien nur infizieren, wenn sie auf die Unterseite der Blätter gelangen, so vermute ich, daß noch andere Faktoren bei ihrer Verbreitung eine Rolle spielen, und als solche möchte ich die umherkriechenden oder unter den Blättern Schutz suchenden Insekten ansehen, durch die vielleicht auch Teile der angetrockneten Konidienmassen abgelöst und fortgetragen werden können.

Wie schon oben angedeutet, erlangt der Pilz im Herbst eine starke Verbreitung auf den befallenen Bäumen. Zahlreiche Blätter werden durch denselben braunfleckig und vorzeitig getötet. Abgesehen davon, daß er die Blätter unansehnlich macht, schädigt er dadurch die Bäume insoweit, wie eine teilweise Entblätterung und die Entziehung von Nährstoffen Nachteil bringt. Dagegen habe ich noch keine Beobachtungen gemacht, wonach der Pilz den Bäumen einen größeren und nachhaltigen Schaden zugefügt hätte. Eine größere Ausdehnung erlangt er erst, nachdem die Blätter im wesentlichen ihre Schuldigkeit getan haben. Auch scheint er sich, soweit meine Beobachtungen reichen, auf die Blätter zu beschränken und nicht auf die Zweige überzugehen. Er wird daher im Herbst mit den Blättern vollständig von den Bäumen entfernt und muß im nächsten Jahre erst durch Neuinfektion auf die Pflanzen übertragen werden.

2. Die Ascosporenform.

Über die Zugehörigkeit der *Phleospora Ulmi* zu einer Ascosporenform findet sich bisher nur eine Angabe Fuckels (Symb.

myc., p. 218), wonach der Pilz, den Fuckel daselbst *Septoria Ulmi* Fries nennt, die Spermogonienform von *Phyllachora Ulmi*[1]) sein soll. Diese Angabe entbehrt aber der Begründung und ist auch falsch, wie das folgende zeigen wird.

Um die Ascosporenform zu finden, schien mir die Überwinterung der mit Konidien bedeckten Blätter unter möglichst natürlichen Bedingungen der von der Natur vorgezeichnete Weg zu sein, und der Erfolg des Versuchs bestätigte die Richtigkeit der Vermutung. Möglichst stark mit dem Pilze bedeckte Blätter wurden im Herbste gesammelt und in nicht zu großer Menge in große leere Blumentöpfe gelegt. Diese wurden im Freien, gegen unberufene Eingriffe in geeigneter Weise geschützt, den Einflüssen der Witterung ausgesetzt. Bei der Untersuchung im Frühjahr fanden sich zahllose Perithecien an den Stellen, wo im Herbst die *Phleospora* vorhanden gewesen war. Schwarze, etwas höckerige Stellen wiesen schon bei der Untersuchung mit der Lupe auf ihr Vorhandensein hin.

Ich habe später gesehen, daß die Anlagen der Perithecien bereits im Herbst auf den abgefallenen Blättern vorhanden sind. Zwischen den Konidienlagern und den an der Epidermis haftenden Konidienmassen sieht man bereits die eben erwähnten schwarzen höckerigen Stellen, und wenn man Querschnitte untersucht, findet man junge Perithecien (Fig. 5). In ihrem oberen Teile ist die Peridie bereits ausgebildet und geschwärzt, unten ist sie noch wenig deutlich und blaß. In einigen dieser Gebilde findet sich ein farbloses Pilzgewebe, eine Art Mark bildend, andere sind mit winzigen bakterienähnlichen Konidien, die an dünnen Hyphen gebildet werden, welche von der Wand aus eindringen, ganz erfüllt, und diese Konidien quellen auch an der Mündung hervor. Die Zugehörigkeit dieser spermogonienartigen Zustände zu demselben Pilze wird dadurch wahrscheinlich gemacht, daß nicht selten derartige spermatienerfüllte und markerfüllte Perithecien unmittelbar nebeneinander, durch das an die Perithecienwand oben ansetzende stromaähnliche Mycel verbunden, vorhanden sind. Auch wurde, wie unten erwähnt werden wird, eine ähnliche Spermatienbildung in Reinkulturen gefunden. Ob diese spermogonienartigen Fruchtkörper bereits von früheren Beobachtern als selbständiger fungus

---

1) *Phyllachora Ulmi* (Sow.) Fuck. = *Dothidella Ulmi* (Duv.) Winter, Pilze II, p. 904, in Rabenhorst, Kryptogamenflora.

imperfectus beschrieben worden sind, muß ich dahin gestellt sein lassen. Die Beschreibung von *Phyllosticta bellunensis* Mart. (s. Allescher, Pilze VI, p. 93) paßt teilweise, doch ist dieselbe zu dürftig, um einen sicheren Schluß zuzulassen.

Die Untersuchung der reifen Perithecien bereitet Schwierigkeiten, weil die überwinterten Blätter sehr brüchig sind und die Herstellung dünner Schnitte nicht zulassen. Es wurde deshalb das Paraffinverfahren zu Hilfe genommen; die in üblicher Weise aufgeklebten Schnitte blieben einigermaßen in Zusammenhang.

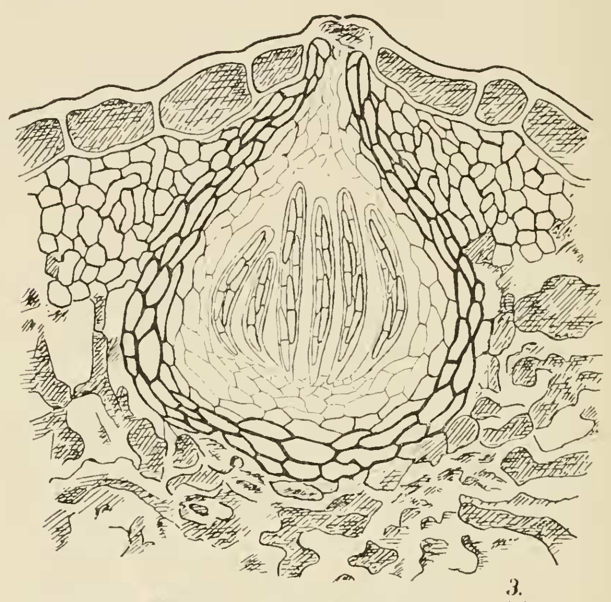
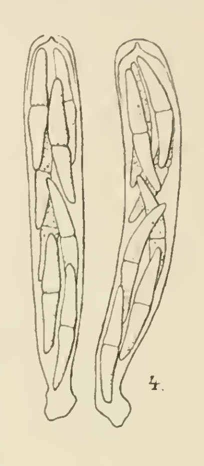


Fig. 3. *Mycosphaerella Ulmi,* Perithecium. $\frac{460}{1}$.

Die Perithecien (Fig. 3) sind kugelig bis birnförmig, 70—110 μ dick und 90—135 μ hoch. Sie sind ganz in die Blattsubstanz eingesenkt, sodaß nur die Spitze ein wenig hervorragt. Die Peridie ist dunkelbraun und 2—4 Zellenlagen stark. Ein besonders ausgebildeter Hals ist nicht vorhanden. Im Innern entspringen die Schläuche (Fig. 4) von einem am Grunde befindlichen farblosen Pseudoparenchym. Ihre Länge entspricht annähernd der lichten Höhe des Peritheciums. Sie beträgt 70—90 μ, die Dicke 7—10 μ. Die Wand ist dünn und ohne besondere Struktur. Die Sporen bilden zwei Reihen in den Schläuchen, sie sind farblos, spindelförmig, 22—27 μ lang, in der Mitte 4—5 μ dick, nach den Enden

zu bis auf 2—2,5 μ verschmälert und durch eine nahe der Mitte befindliche Wand zweizellig (s. auch Fig. 16). Die eine Zelle ist häufig neben der Querwand etwas stärker angeschwollen als die andere. Paraphysen sind zwischen den Schläuchen nicht vorhanden. Ein schwach entwickeltes, dunkelwandiges Pseudoparenchym, die Andeutung eines Stromas, umgibt die Perithecien in ihrem oberen Teile und verbindet die benachbarten, wenn eine größere Zahl nahe beisammensteht. Ein Freipräparieren der einzelnen Perithecien ist daher nicht gut möglich; auch sind sie dazu reichlich klein.



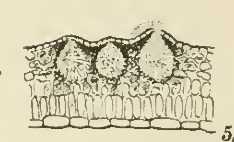


Fig. 4. *Mycosphaerella Ulmi*, Schläuche mit Sporen. $\frac{680}{1}$. — Fig. 5. Perithecienanlagen und Spermogonien. $\frac{50}{1}$.

Nach den erwähnten Eigentümlichkeiten ist der Pilz in die Gattung *Mycosphaerella* Johanson zu stellen. Ich habe denselben bereits in einer vorläufigen Mitteilung[1]) in Übereinstimmung mit Herrn Prof. Dr. Oudemans in Arnhem als neue Art, *Mycosphaerella Ulmi*, bezeichnet und kurz beschrieben. Es sind noch einige andere *Mycosphaerella* (*Sphaerella*)-Arten auf Ulmenblättern beobachtet worden. *Sphaerella ulmifolia* Pass. wurde in Parma auf lebenden Ulmenblättern gefunden (Saccardo, Sylloge IX, p. 645). Der Pilz erzeugt weiße Flecken auf den Blättern. Auch nach seinem morphologischen Verhalten (ascis e basi ventricosa attenuatis breviter abrupte stipitatis, 50—70 : 18—20; sporidiis distichis oblonge cuneatis, 20—22 : 7—8) muß er sich von *Mycosphaerella Ulmi* erheblich unterscheiden. Ähnlicher ist *Sphaerella Oedema* (Fr.) Fuckel (Symb. p. 104), von der Nießl (Beitr. z. Kenntn. d. Pilze, p. 17, Taf. III, Fig. 14, in Verh. naturf. Verein, Brünn X, 1872) Beschreibung und Abbildung gibt. Danach sind aber die Asci dieses Pilzes bei gleicher Dicke (10—11 μ) verhältnismäßig kürzer (52—58 μ) als die von *Mycosphaerella Ulmi*, und ebenso sind die Sporen kürzer (20—22 : 3—5 μ). Auch die Angabe Nießls „die Perithecien stehen dicht gedrängt unter der Oberhaut, welche sie blasig auftreiben" paßt nicht gut auf den mir vorliegenden Pilz. Trotzdem schien es wünschenswert, die Pilze

1) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten XII, 1902, p. 257.

direkt zu vergleichen, und hierzu bot das im Herbar der Hamburgischen Botanischen Staatsinstitute vorhandene von Nießl aufgelegte Exsikkat Nr. 1557 in Rabenhorst, Fungi europaei Gelegenheit. Der Pilz findet sich, gleichzeitig mit *Dothidella Ulmi*, auf einem im Frühjahr gesammelten, stark verwitterten Blatte. Die Angabe bei Winter (Pilze II, p. 384, in Rabenhorst, Krypt.-Flora) „auf faulenden Ulmenblättern" ist daher richtiger als die Angabe Nießls „in foliis languescentibus"[1]). Die Größe der Perithecien beträgt nach meinen Beobachtungen 80—90 μ, die der Schläuche 33—40 : 6—8 μ, die der Sporen 9—10 : 2,5—3,5 μ. Diese Zahlen sind nicht unbedeutend kleiner als die von Nießl; die direkte Vergleichung der beiden Pilze und mit demselben Apparat vorgenommenen Messungen zeigen aber zur Genüge die Verschiedenheit derselben, trotz unzweifelhafter Ähnlichkeit in der Gestalt der Schläuche und der Sporen.

Die reifen Sporen werden aus den Perithecien herausgeschleudert. Bis Mitte Juni kann man nach dem oben angegebenen Verfahren an dem trocken aufbewahrten Material das Ausschleudern zu beliebiger Zeit hervorrufen; ob es später noch möglich ist, habe ich nicht geprüft. Von stark mit Perithecien besetztem Material erhält man die Sporen in so großen Mengen, daß sie auf den Glasscheiben, auf denen man sie aufgefangen hat, für das unbewaffnete Auge als weißlicher Hauch sichtbar werden. Bei der mikroskopischen Untersuchung erscheinen die auf diese Weise gewonnenen Sporen völlig gleichartig, sodaß die Gefahr der Beimengung fremder Pilze als eine verhältnismäßig geringe angesehen werden kann.

3. Infektionsversuche.

Durch das Vermögen der Perithecien, die Sporen in Menge auszuschleudern, wurde es leicht gemacht, Infektionsversuche mittels der Ascosporen auszuführen. Da ich mit der Möglichkeit rechnen mußte, daß der Pilz spezielle Anpassungen an bestimmte Ulmenarten zeigen konnte, begann ich die Versuche mit derselben Ulmensorte, auf der der Pilz gesammelt worden war, *Ulmus montana pendula*. Später wurden auch Versuche mit *Ulmus campestris* gemacht.

Nachdem sich die Blätter der Versuchspflanzen genügend entfaltet hatten, wurden angefeuchtete perithecientragende Blattstücke

1) languesco = matt, träg werden, erschlaffen, also welken.

auf Netzen so über den Blättern ausgebreitet, daß die ausgeschleuderten Sporen auf die Blätter fallen mußten. Zugleich wurden kleine Deckgläser an verschiedenen Stellen auf die Blätter gelegt, damit durch mikroskopische Untersuchung festgestellt werden konnte, daß wirklich Sporen in genügender Menge geschleudert worden waren. Nach der Aussaat standen die Pflanzen gegen sechs Tage unter einer großen Glasglocke, dann frei im Kalthause.

1. Versuch. *Ulmus montana pendula* wurde am 4. Juni 1902 so besät, daß die Sporen nur auf die Oberseite der Blätter fielen. Es trat kein Erfolg ein.

2. Versuch. *Ulmus montana pendula* wurde am 4. Juni 1902 auf einem geeigneten Gerüste so aufgestellt, daß die Sporen nur auf die Unterseite der Blätter fielen. Am 27. Juni waren an zahlreichen Stellen gelbe Flecken vorhanden, auf deren Unterseite sich junge Fruchtlager mit den charakteristischen Konidien der *Phleospora Ulmi* befanden.

3. Versuch. *Ulmus montana pendula* wurde am 5. Juni 1902 auf beiden Blattseiten mit Sporen besät. Am 27. Juni waren gelbe Flecken mit Fruchtlagern vorhanden.

4. Versuch. *Ulmus montana pendula* wurde am 7. Juni 1902 auf beiden Blattseiten mit Sporen besät, dann die Blätter mittels eines Zerstäubers mit Pflaumendekokt, in welchem die Sporen, wie unten gezeigt wird, leicht keimen, bespritzt. Am 2. Juli waren Fruchtlager vorhanden, aber spärlicher, als auf den nicht mit Pflaumendekokt bespritzten Ulmen.

5. Versuch. *Ulmus campestris* und *Ulmus montana pendula* wurden am 8. Juni 1903 mit Sporen von überwinterten Blättern von *U. montana pendula* auf der Blattunterseite besät. Am 27. Juni waren beide Ulmenarten stark infiziert. Die Infektion von *U. montana pendula* war so stark, daß die Stellen auf den Blättern, wo die zur Kontrolle der Impfung verwandten Deckgläser gelegen hatten, später als pilzfreie Flecken deutlich hervortraten.

6. Versuch. *Ulmus campestris* und *U. montana pendula* wurden am 12. Juni 1903 mit Sporen überwinterter Blätter von *U. campestris* besät. Am 27. Juni waren beide Ulmenarten stark infiziert, *U. montana pendula* eher reichlicher als *U. campestris*.

7. Versuch. Wiederholung von Versuch 5 im Jahre 1904 mit ähnlichem Erfolge.

Diese Versuche beweisen, daß *Phleospora Ulmi* aus Sporen entstehen kann, die im Frühjahr auf den pilzbehafteten überwinterten Blättern gebildet und von diesen abgeschleudert werden, und da auf diesen Blättern nur der eine oben beschriebene Ascosporenpilz, die *Mycosphaerella Ulmi*, gefunden wurde und die geschleuderten Sporen, soweit die mikroskopische Prüfung in Betracht kommt, ausschließlich aus den Sporen dieses Pilzes bestanden, da ferner diese Sporen massenhaft vorhanden waren und die Infektionen auf den Ulmen eine entsprechende Massenhaftigkeit zeigten, so ist durch diese Versuche allein schon ein ausreichender Beweis geliefert, daß *Mycosphaerella Ulmi* die Perithecienform der *Phleospora Ulmi* ist.

Die Versuche lehren ferner, daß der Pilz ein echter Parasit ist, dessen Sporen die Blätter der Wirtspflanze direkt infizieren, daß das Vorhandensein einer die Keimung fördernden und Erstarkung der Keimschläuche bewirkenden Nährlösung auf den Blättern die infizierende Kraft nicht erhöht, ferner daß die Infektion nur auf der Unterseite der Blätter eintritt, und endlich, daß eine Spezialisierung des Pilzes nach den beiden erwähnten Nährpflanzen nicht nachweisbar ist.

Wünschenswert wäre es gewesen, auch das Eindringen der Keimschläuche durch die Epidermis der Nährpflanze verfolgen zu können. Wohl ließen sich an Blattstücken, die mit Chloralhydrat aufgehellt waren, massenhafte Sporen auf der Epidermis und auch zahlreiche, zum Teil sehr lange Keimschläuche nachweisen, doch gelang es nicht, das Eindringen der letzteren in die Epidermiszellen oder durch die Spaltöffnungen (welches das wahrscheinlichere ist) festzustellen.

Um mich davon zu überzeugen, daß die Konidien der aus den Ascosporen hervorgegangenen Fruchtlager imstande sind, neue Fruchtlager hervorzurufen, übertrug ich am 2. Juli 1902 in Wasser verteilte Konidien, die bei dem 2. Versuche gewonnen waren, auf die Unterseite der Blätter von *Ulmus montana pendula*. Am 12. August waren neue Fruchtlager entstanden.

Nach den gefundenen Tatsachen ist zu schließen, daß die Lebensgeschichte dieses Pilzes regelmäßig folgendermaßen verläuft: Die Ascosporen, aus den am Boden liegenden Blättern ausgeschleudert und durch Luftströmungen emporgetragen, infizieren

im Sommer das neue bis dahin gesunde Laub. Die unter Umständen vielleicht zunächst in geringer Zahl entstehenden Konidienlager vermehren sich durch Infektion mittels der Konidien allmählich, wenn seitwärts kommender Regen oder Tau die Blattunterseite trifft, der Wind die Blätter zusammenschlägt oder umherkriechende Insekten die Konidien verschleppen. In den abgefallenen Blättern werden im Herbst die Perithecien angelegt. Diese kommen nach Ablauf des Winters zur Reife und schleudern im Frühjahr die Ascosporen aus.

Diese Art der Lebensweise erklärt vielleicht die größere Häufigkeit des Pilzes auf den Trauerulmen der Friedhöfe, wo die Pflanzen eingeschlossen von andern Bäumen und Sträuchern aufwachsen. Weder die abfallenden Blätter noch die im Frühjahr geschleuderten Sporen werden hier so leicht wie bei freierer Lage aus dem Bereiche der Pflanze entfernt; dazu kommt, daß die Luft in den geschlosseneren Pflanzenbeständen einen der Infektion günstigeren Feuchtigkeitsgehalt haben dürfte. Ob vielleicht noch außerden eine etwas größere Empfänglichkeit der *Ulmus montana pendula* mit in Betracht kommt, wäre genauer zu prüfen.

Da, wie bereits erwähnt, eine Überwinterung des Pilzes auf den Zweigen bisher nicht gefunden wurde, so sind die Perithecien als ein notwendiges Glied in der Entwicklung desselben zu betrachten. Wo es sich also darum handelt, den Pilz zu bekämpfen, erscheint die sorgfältige Beseitigung des abgefallenen Laubes als das von der Natur selbst angezeigte Gegenmittel.

4. Reinkulturen.

Als Nährboden für die künstliche Kultur des Ulmenpilzes diente Agar, der mit einem Dekokt aus Ulmenblättern zubereitet war. Übrigens läßt sich der Pilz, wie gelegentliche Versuche zeigten, auch auf verschiedenen anderen Nährböden zur Entwicklung bringen. Das Verhalten des Pilzes in der Reinkultur erwies sich nicht immer als ein ganz gleichmäßiges. Verschiedenes Alter der Sporen, verschiedene Zusammensetzung des Nährbodens, Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse mögen die verschiedene Ausbildung beeinflussen. Da es mir zunächst nur darauf ankam, die morphologischen Verhältnisse des Pilzes festzustellen, so habe ich keine Versuche gemacht, um über die Einwirkung der erwähnten Umstände selbst näheren Aufschluß zu erhalten.

a) Reinkulturen aus Konidien.

Am leichtesten erhält man Reinkulturen aus den Konidien. Löst man von einem frischen Konidienlager die Konidienmasse mit einem sterilen Messer ab und verteilt sie in einem Tropfen sterilen Wassers, so hat man darin die Konidien (Fig. 6) in so überwiegender Menge, daß man fast stets Reinkulturen erhält, wenn man aus diesem Tropfen mit einer sterilen Nadel impft. Zum Studium der Keimungserscheinungen und der weiteren Entwicklung des Mycels bedient man sich am besten der oben näher beschriebenen feuchten Kammern, die eine wochenlang fortgesetzte Beobachtung derselben Individuen gestatten.

Schon die ersten Veränderungen, welche die Konidien auf den künstlichen Nährböden erleiden, sind verschieden. In einigen Fällen entstehen dünne Keimschläuche (Fig. 7); in andern beginnen die einzelnen Zellen der Konidien sich zu vergrößern und mehr oder weniger kugelig anzuschwellen (Fig. 9); oder es bilden sich erst kurze Keimschläuche und dann beginnen in diesen die Zellen, in welche sie zerfallen, anzuschwellen.

Auch wenn dünne Keimschläuche entstehen, bleibt das Längenwachstum derselben ein sehr geringes, und der Pilz breitet sich infolgedessen nur über einen sehr kleinen Raum aus (Fig. 8); es fehlt ihm völlig das Vermögen anderer Pilze und insbesondere der Schimmelpilze, nach und nach die ganze verfügbare Fläche des Nährbodens oder die ganze Masse desselben auszunutzen. An den dünnen Mycelfäden können sich Konidien bilden; die Zellen der Fäden erhalten seitliche Ausstülpungen, und an den Enden dieser sprossen die Konidien hervor (Fig. 8). Anfangs sind es einzellige Stäbchen; später werden sie dicker und durch Querwände mehrzellig, meist vierzellig. Die obere Zelle ist in der Regel in eine Spitze verjüngt, die untere ist nach unten auch verjüngt oder etwas abgerundet; die ganze Konidie ist meist etwas gekrümmt. Das Aussehen dieser Konidien ist also fast genau dasselbe wie dasjenige der Konidien aus den Lagern der infizierten Blätter (Fig. 6); nur fehlt die dichte Zusammendrängung der Konidienträger zu einem Lager. Sehr leicht nehmen übrigens die Konidien in den Kulturen etwas unregelmäßige Gestalten an; ich schiebe dies auf den ernährenden Einfluß des Substrates, der die Konidien, bald nachdem sie gebildet sind, zur Weiterentwicklung veranlaßt. Das in Fig. 8 abgebildete Mycelium zeigt nur wenige unveränderte

Konidien; es wurden aber auch Mycelien mit wesentlich reicherer Konidienbildung beobachtet.

Besonders hervorgehoben sei jedoch noch, daß die Konidien stets in der beschriebenen Weise frei am Mycel, mitunter zwar in Haufen, niemals aber zu Fruchtkörpern vereinigt oder gar von einer

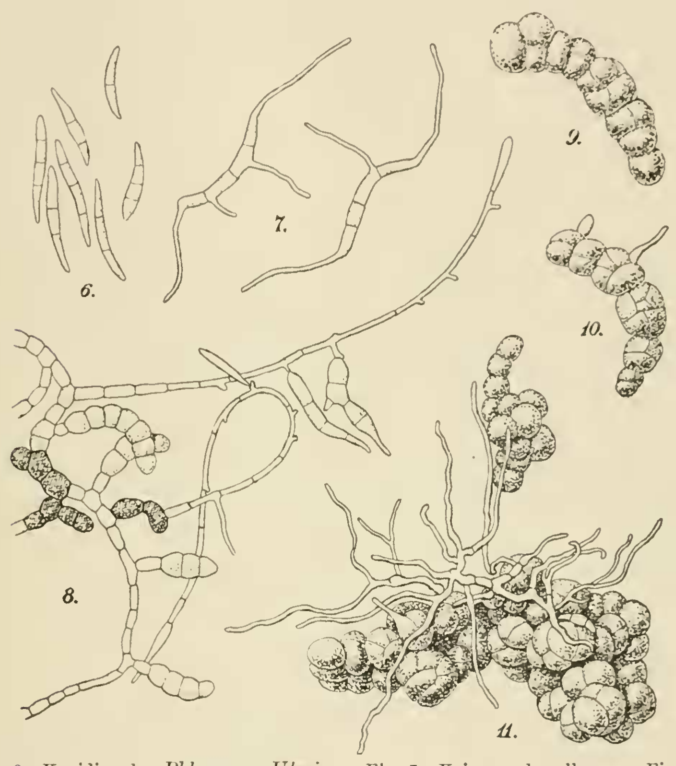


Fig. 6. Konidien der *Phleospora Ulmi*. — Fig. 7. Keimung derselben. — Fig. 8. Aus einer Konidie entstandenes Mycel mit neuen Konidien, angeschwollenen Zellen und angeschwollenen Konidien. — Fig. 9 und 10. Entwicklung der Konidien unter Anschwellung. — Fig. 11. Aus angeschwollenen Konidien hervorgegangenes, ballenbildendes Mycel. Alle Figuren $\frac{360}{1}$.

Hülle umschlossen gebildet werden. Das Gesagte gilt in derselben Weise von den aus Konidien hervorgehenden Mycelien, wie von den später zu besprechenden, aus Sporen entstandenen. Dies scheint mir mit Bezug auf das oben erwähnte Fehlen eines Gehäuses um die Konidienlager der Blätter von Bedeutung zu sein.

Wie schon angedeutet, unterbleibt die Ausbildung dünner Mycelfäden mitunter fast ganz, und es gehen durch Anschwellung

der einzelnen Zellen perlschnurartige Ketten aus den Konidien oder den zuerst gebildeten Keimschläuchen hervor (Fig. 9 u. 10). Auch an den konidientragenden Mycelien pflegen die Zellen der Hyphen und die Konidien nach und nach der Anschwellung und den sich weiter daran schließenden Veränderungen zu unterliegen.

Die perlschnurartigen Fäden, einerlei ob sie aus primären oder sekundären Konidien oder aus septierten Hyphen entstanden sind, entwickeln sich in der Regel in der Weise weiter, daß die einzelnen Zellen zunächst noch mehr an Größe zunehmen und dann Teilungen in verschiedenen Richtungen des Raumes eingehen (Fig. 9 u. 10). Infolgedessen wandeln sich die einzelnen Zellen in Pakete von 2, 4, 8 oder mehr Zellen um. Dieser Vorgang ergreift nach und nach die meisten Zellen; auch wiederholt er sich an den Tochterzellen, nachdem diese herangewachsen sind und sich gegeneinander abgerundet haben. Indem die entstandenen Zellengruppen bald mehr beisammen bleiben, bald sich teilweise trennen, entstehen eigentümliche traubige Aggregate (Fig. 11). Zugleich nehmen die Membranen eine bräunliche und später eine schwarzbraune Farbe an; infolgedessen erscheinen die ganzen Hyphenknäuel zuletzt schwarz. In der Regel wachsen einige dünnere Fäden aus den Knäueln hervor; manchmal ist das ganze wie von einem Strahlenkranze von dünnen Hyphen eingehüllt; aber diese bleiben kurz und scheinen in diesem Stadium auch in der Regel keine Konidien mehr zu bilden. In Fig. 11 ist übrigens auf der rechten Seite über den runden Zellen ein Gebilde dargestellt, das die Gestalt einer Konidie hat, aber wesentlich kleiner ist.

Noch eine andere Entwicklungsform kommt nicht selten an den anschwellenden Hyphen vor. Die Zellen werden weniger dick, nur tonnenförmig, und bräunen sich sehr bald. Die Hyphen verzweigen sich stark, breiten sich aber auch nicht über eine weitere Fläche aus, sondern ihre Äste bilden ein dichtes Gewirr. Das Aussehen dieser Hyphen entspricht etwa den in Fig. 15 dargestellten Gebilden. Auch das Resultat dieser dritten Enwicklungsform sind kleine schwärzliche Knäuel, die von einem Strahlenkranze sich sehr wenig ausbreitender farbloser Hyphen umgeben sind.

Der Zusammenhang aller dieser Bildungen ist einerseits durch die wiederholte Verfolgung der Entwicklung der Konidien in der feuchten Kammer sichergestellt. Anderseits aber gelingt es auch nicht selten, Mycelien zu finden, deren einheitlicher Ursprung leicht

zu übersehen ist, und die in ihrem Verlaufe mehrere Stadien dieser Entwicklung nebeneinander enthalten. So zeigt das Mycel, von dem in Fig. 8 die eine Hälfte dargestellt ist, gleichzeitig dünne Fäden mit Konidien, dickere Hyphen, deren Zellen tonnenförmig angeschwollen sind und sich bräunen, und Konidien, deren Zellen perlschnurartig anschwellen. Auch auf die später zu besprechende Fig. 25 sei hier verwiesen.

Soweit die Erscheinungen geschildert wurden, lassen sie sich, wie schon bemerkt, in der feuchten Kammer von Tag zu Tag verfolgen, und man kann derartige Kulturen unter günstigen Umständen mehrere Wochen lang erhalten. Überträgt man das Mycel vom Deckglas der feuchten Kammer auf die Agarschicht in einer Petrischale oder besser einer Probierröhre, oder impft man die Konidien direkt in eine Schale oder in eine Röhre, so findet das Wachstum, da die Nahrung reichlicher zugeführt wird, rascher und kräftiger statt, und man kann die Entwicklung monatelang, ein halbes Jahr lang und länger beobachten. Auch unter diesen Umständen zeigt das Mycel kein Ausdehnungsbestreben. Vielmehr nimmt die beschriebene Knäuelbildung des Mycels nur kräftiger ihren Fortgang, und man erhält zuletzt schwarze Ballen oder Klumpen von gegen 5 mm Durchmesser (Fig. 12). Ich war sehr überrascht, als ich nach einer längeren Abwesenheit diese Bildungen in den Kulturen, die ich vorher angesetzt und die Herr Dr. Kister in der Zwischenzeit in Verwahrung genommen hatte, zuerst sah. Herr Dr. Kister hatte auch einige Übertragungen auf andere Nährböden gemacht, insbesondere auf sterile Kartoffelscheiben, auf denen die Klumpen sehr üppig wuchsen, und ich selbst übertrug sie noch auf einen ziemlich nährstoffarmen Nährboden aus Agar mit Dekokt von *Vinca*-Blättern, auf dem sie sich gleichfalls, wenn auch langsamer, weiter entwickelten [1]). In einer Kultur auf Gelatine war der Nährboden verflüssigt; ich erwähne dies, nicht um zu be-

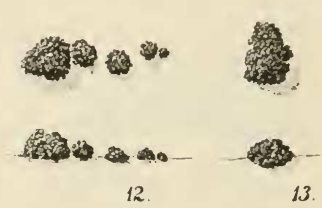


Fig. 12. Aussehen der schwarzen Klumpen einer älteren, aus Konidien hervorgegangenen Reinkultur, von oben (oben) und von der Seite (unten) gesehen. — Fig. 13. Desgleichen von einer aus Ascosporen hervorgegangenen Reinkultur. $\frac{1,5}{1}$. (Gezeichnet von Herrn H. Stuhr.)

1) Dieser Nährboden war wegen der Kultur eines auf *Vinca* lebenden Pilzes hergestellt worden und wurde gewählt, weil er fast farblos war.

haupten, daß der Pilz verflüssigende Eigenschaften hat, sondern um die Frage zu stellen, ob er sie hat, die ich bisher selbst zu beantworten nicht Gelegenheit hatte.

Die schwarzen Ballen entwickeln sich an der Oberfläche des Nährbodens und heben sich bald mehr und mehr aus demselben hervor, so daß sie demselben nur äußerlich anhaften oder kaum in denselben eindringen; auch gehen von ihnen keine Hyphen aus, die den Nährboden durchziehen, es entsteht vielmehr nur ein unbedeutendes Gewebe, das nicht über die unmittelbar angrenzenden Teile des Nährbodens hinauskommt. Die Farbe der Klumpen ist reinschwarz oder grauschwarz, sie sind matt oder wenig glänzend. Ihre Oberfläche hat eine mehr oder weniger traubige Beschaffenheit. Ihre Konsistenz ist ziemlich fest, und es gelingt nicht leicht, Teile von ihnen loszulösen, so daß es einige Schwierigkeiten macht, neue Kulturen aus vorhandenen zu erhalten. Eventuell muß man ein ganzes Klümpchen aus einer Kultur herausholen und mit sterilen Gerätschaften zerkleinern. Die Teilchen wachsen dann weiter.

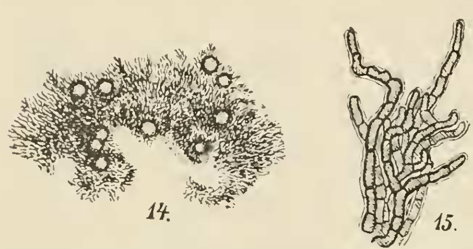


Fig. 14. Teil eines Querschnitts durch eine ältere Reinkultur (schwarzer Klumpen) mit Perithecienanlagen. $\frac{25}{1}$ — Fig. 15. Hyphengruppe daraus. $\frac{250}{1}$.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der schwarzen Klumpen fand sich im Innern ein unregelmäßiger Hohlraum. Die denselben umgebende, gleichfalls sehr unregelmäßige Pilzmasse, von der Fig. 14 einen kleinen Teil darstellt, besteht aus dicken, vielfach verzweigten kurzzelligen Hyphen mit schwarzbraunen Wänden (Fig. 15). Stellenweise liegen die Hyphen als mehr lockeres Gewebe in einer Zwischensubstanz, vielfach aber sind sie zu einem fast pseudoparenchymatischen Gewebe verschmolzen. An solchen Stellen entstehen kugelige Gebilde, die außen von einer geschlossenen, mehrere Zellen dicken, fast schwarzen Wand umgeben sind und im Innern ein aus farblosen Pilzzellen gebildetes Mark enthalten. Ich habe bisher keine Asci darin gefunden, es kann aber nicht zweifelhaft sein, daß es sich hier um Anlagen von Perithecien handelt, und daß man vielleicht bei längerer Kultur derartiger Pilzkörper oder nach der Überwinterung derselben im Freien Asci mit Sporen in

denselben erhalten könnte. Kugelig angeschwollene Zellen, wie sie zuerst in den Kulturen vielfach auftreten (Fig. 11), lassen sich auch auffinden, bilden aber nicht mehr die Hauptmasse der schwarzen Klumpen.

Einige der perithecienartigen Bildungen waren mit bakterienähnlichen Konidien angefüllt, die im Aussehen denen entsprachen, welche im Herbst in den jungen Perithecienanlagen abgefallener Blätter gefunden wurden. In einigen Fällen waren diese Gebilde auch aus den Perithecienanlagen heraus nach außen geraten. Ähnliche Gebilde waren mir schon aufgefallen, als ich Neuaussaaten mit Teilen zerkleinerter Klümpchen gemacht hatte. Es fanden sich dann in den feuchten Kammern neben den Bruchstücken geschwärzter Hyphen, die langsam weiter wuchsen, bakterienähnliche Gebilde. Ich hielt dieselben damals für Bakterien, die in der Pilzkultur enthalten gewesen sein konnten, ohne sich wesentlich zu vermehren und ohne dem Pilze zu schaden. Aber eine Vermehrung derselben in der feuchten Kammer konnte nicht festgestellt werden, und so ist es möglich, daß es diese spermatienähnlichen Zellen gewesen sind. Ihr gleichzeitiges Vorkommen in den Reinkulturen und auf den Blättern spricht für ihre Zugehörigkeit zu dem Pilze; eine Bedeutung als Konidien scheinen sie aber nicht zu haben.

Die vorliegenden Beobachtungen führen zu einem Verständnis der morphologischen Bedeutung dieser zunächst sehr auffälligen Bildungen. Wie das konidienbildende Mycel in den infizierten Blättern im Herbst zur Bildung von Perithecien übergeht, die mit einem schwach angedeuteten Stroma in Verbindung stehen, so hört auch an den Mycelien der Reinkulturen die Konidienbildung nach einiger Zeit auf, und das Mycel geht in einen Dauerzustand über, in welchem der Pilz zur Perithecienbildung schreitet; dabei entwickelt sich infolge reichlich vorhandener Nahrung beim Fehlen jeder Konkurrenz in den Reinkulturen das Stroma üppiger als es normalerweise der Fall ist. Die schwarzen Klumpen entsprechen also dem perithecienbildenden Mycel, sie sind gewissermaßen ein stark hypertrophiertes Stroma samt den darin entstehenden Perithecien.

Die Frage, ob die nachgewiesene Neigung der *Mycosphaerella Ulmi* zu einer schwachen Stromabildung die systematische Stellung des Pilzes zu verändern geeignet ist, möchte ich hier nur andeuten. Eine Beantwortung derselben ist nicht möglich ohne vergleichende Untersuchung anderer Pilze, und eine solche lag mir einstweilen noch fern.

Mitunter begann sich auf den schwarzen Klumpen nach längerem Aufheben derselben ein weißes Luftmycel zu entwickeln. Dasselbe erinnerte etwas an einen weißen verunreinigenden Pilz, der bei den Reinkulturen aus Ascosporen auftrat und unten erwähnt werden wird, ist aber doch wohl schwerlich mit diesem identisch. Ich halte es nicht für ausgeschlossen,. daß die dünnen Hyphen, welche von den schwarzen Klumpen ausgehen (s. Fig. 11), sich unter Umständen zu einem derartigen Luftmycel entwickeln können. Anderseits muß daran erinnert werden, daß es nur selten gelingt, derartige Kulturen unbegrenzt rein zu erhalten. Allerdings sind die verunreinigenden Pilze dann in der Regel anderer Art, nämlich die gewöhnlichen Schimmelpilze. Ich möchte daher die Frage der Zugehörigkeit dieses weißen Mycels einstweilen offen lassen, da ich noch keine weiteren Versuche mit demselben angestellt habe.

b) Reinkulturen aus Ascosporen.

Reinkulturen aus Ascosporen sind weniger leicht zu erhalten als solche aus Konidien. Obgleich man keine Verunreinigungen findet, wenn man die ausgeschleuderten, auf Objektträgern aufgefangenen Sporen mikroskopisch untersucht, so scheinen doch mit Regelmäßigkeit die Keime gewisser fremder Pilze hinzuzukommen, die dann durch ihre rasche Entwicklung die langsam wachsenden Mycelien der echten Sporen überwuchern. Infolgedessen wurde ich bei meinen ersten Versuchen durch einen Pilz irre geführt, der nach der Aussaat der Sporen in Petrischalen bald an zahlreichen Stellen auftrat, ein schönes weißes Mycel an der Oberfläche des Agars bildete und sich auch leicht rein kultivieren ließ. Ich erkannte den Irrtum, nachdem sich aus den Konidien die schwarzen Mycelknäuel entwickelt hatten, und mir die große Verschiedenheit der beiden Mycelien auffällig wurde. Nun erinnerte ich mich, in den Petrischalen außer den kräftig wachsenden Mycelien auch solche gesehen zu haben, die in der Entwicklung zurückgeblieben und noch nicht über das mikroskopische Stadium hinausgekommen waren, nachdem die andern bereits eine Größe von mehreren Millimetern erreicht hatten. Bei neuen Aussaatversuchen wurden diese langsam wachsenden Mycelien isoliert, und außerdem wurde die Entwicklung einzelner Sporen in der feuchten Kammer andauernd verfolgt.

Es zeigte sich dabei, daß die Keimfähigkeit der Ascosporen ziemlich lange erhalten bleibt. Noch am 26. August konnte ich Sporen zum Keimen bringen, die im Juni ausgeschleudert waren.

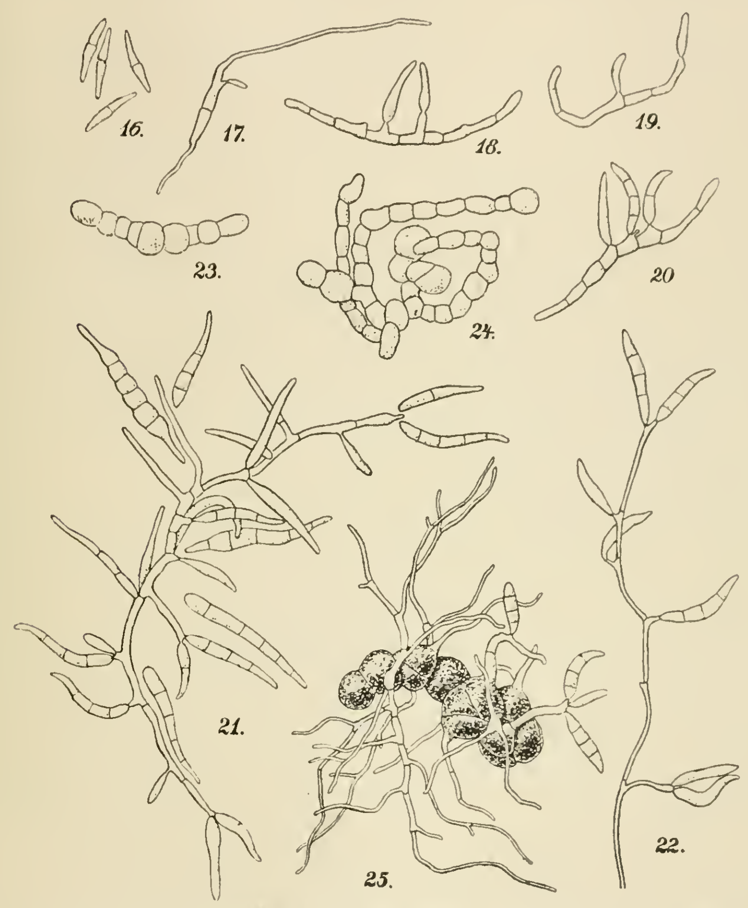


Fig. 16. Ascosporen der *Mycosphaerella Ulmi*. — Fig. 17. Keimungsstadium. Fig. 18—20. Keimung unter sofortiger Konidienbildung. — Fig. 21. Aus einer Spore erwachsenes, kurzes, reichlich Konidien bildendes Mycel. — Fig. 22. Teil eines dünneren, weiter ausgebreiteten, Konidien bildenden Mycels. — Fig. 23. Entwicklung einer Spore unter Anschwellung. — Fig. 24. Aus einer Spore erwachsenes kleines Mycel mit angeschwollenen Zellen. — Fig. 25. Aus einer Spore erwachsenes ballenbildendes Mycel, mit Konidien. Alle Figuren $\frac{360}{1}$.

Bereits am Tage nach der Aussaat beginnt die Keimung. In der Regel wachsen die beiden Enden der Spore zu dünnen Keimschläuchen aus (Fig. 17); nicht selten tritt zugleich in der Mitte

ein Keimschlauch hervor. In den meisten Fällen entsteht dann zuerst ein konidienbildendes Mycel (Fig. 18—22). Die Konidien stimmen in ihrer Gestalt und Größe durchaus mit denjenigen überein, die in den Reinkulturen erhalten wurden, welche aus Konidien von Ulmenblättern hervorgegangen waren, und sie gleichen daher auch völlig den auf den Blättern gebildeten Konidien (Fig. 8 u. 6). Morphologisch entsprechen sie den Konidien, die auf den Blättern direkt nach der Infektion mit Ascosporen entstehen. Das „sporogene" Mycel bildet sehr reichlich Konidien, meist etwas reichlicher als es an dem „konidiogenen" der Fall war, und die Gestalten und die Art der Entwicklung der Konidien zeigen daher hier eine etwas größere Mannigfaltigkeit. In der Regel sitzen die Konidien an kurzen seitlichen Aussprossungen der Zellen, seltener an längeren Seitenzweigen, die sich durch eine Zellwand abgliedern, außerdem auch an den Enden der Hyphen und meist einzeln, manchmal aber auch zu mehreren. Oft werden sie schon an der Spore selbst oder an den ersten Keimschläuchen, die von derselben ausgehen, gebildet (Fig. 18—20); in diesen Fällen und andern, wo die Mycelfäden kurz bleiben (Fig. 21), entstehen nach und nach dichte Haufen von Konidien. In andern Fällen zeigen die Hyphen ein größeres Längenwachstum und breiten sich über etwas größere Flächen aus, ohne daß jedoch das Mycel das Vermögen zeigte, nach und nach immer weitere Bezirke des Nährbodens zu ergreifen, wie es viele andere Pilze tun; an derartigen Mycelien sind die einzelnen Fäden dünner und die Konidien liegen zerstreuter (Fig. 22).

Sehr abweichend ist die Entwicklung, die in andern Fällen eintritt. Nachdem die Sporen eben einige Keimschläuche getrieben haben und ein mehrzelliges Gebilde entstanden ist, beginnen die Zellen anzuschwellen. Es werden gar keine Konidien gebildet oder die eben entstandenen unterliegen sogleich denselben Veränderungen. Die anschwellenden Zellen werden in vielen Fällen kugelig, teilen sich nach verschiedenen Ebenen, und die Teilungsprodukte wiederholen Anschwellung und Teilung; zugleich färben sich die Membranen dunkel. Auf diese Weise entstehen traubige Zellenhaufen (Fig. 25), die denen ganz ähnlich sind, welche oben als aus Konidien hervorgegangen besprochen wurden (vgl. Fig. 11). Auch hier ist meist ein Kranz farbloser dünner Hyphen vorhanden, die nicht weit in das Substrat vordringen. An jüngeren derartigen Gebilden kommen mitunter Konidien vor (Fig. 25), doch ist dies eine seltenere Erscheinung. In andern Fällen schwellen die Zellen

weniger an, sie werden nur tonnenförmig, ihre Wände färben sich dunkel und die Hyphen verzweigen sich; die Zweige bleiben dicht beisammen und die Hyphen wachsen nicht wesentlich in die Länge. Es entstehen auch auf diesem Wege kleine schwarze Klümpchen, die von einem Saume dünner farbloser Hyphen umgeben sind. Alle erwähnten Bildungen haben die größte Ähnlichkeit mit denjenigen, die an den aus Konidien hervorgegangenen Mycelien beobachtet wurden.

Die geschilderten Erscheinungen wiederholen sich, wenn man die aus den Ascosporen hervorgegangenen Konidien einer Kultur entnimmt und sie in neue feuchte Kammern aussät. Es können daraus Mycelien hervorgehen, die abermals Konidien bilden, die Zellen der Konidien und ihrer Keimschläuche können aber auch anschwellen, sich bräunen und sich weiter in die eigenartigen schwarzen Klümpchen verwandeln. Diese letzterwähnte Entwicklung ist diejenige, welche in den älter werdenden Kulturen mehr und mehr eintritt, und es scheint, als ob dieselbe an den Konidien und den aus ihnen hervorgehenden Hyphen leichter zustande kommt, als an den Ascosporen und den aus diesen direkt hervorgehenden Mycelien. Das Ende der Entwicklung sind stets die schwarzen Klümpchen, einerlei, ob die Kultur direkt aus Sporen oder aus sporogenen Konidien entstanden ist.

Überträgt man die aus den Ascosporen in der feuchten Kammer hervorgegangenen Mycelien auf ein größeres Quantum Nährагar in einem Probierröhrchen, so wachsen die schwarzen Klümpchen zu derselben Größe heran und gewähren für das unbewaffnete Auge denselben Anblick (Fig. 13), wie die oben besprochenen schwarzen Klumpen in den aus Konidien der *Phleospora Ulmi* hervorgegangenen Kulturen (vgl. Fig. 12). Der mikroskopische Bau dieser älteren Klumpen ist gleichfalls derselbe, auch die Anlagen junger Perithecien, die bald weißes Mark, bald bakterienartige Konidien enthalten, finden sich in derselben Weise wieder. Gelegentlich trat auch das oben erwähnte weiße Luftmycel auf. In bezug auf alle diese Einzelheiten kann auf die oben gegebene Beschreibung verwiesen werden.

Die Ergebnisse der Reinkulturen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Aus den Ascosporen der *Mycosphaerella Ulmi* kann ein sich wenig ausbreitendes Mycel hervorgehen, welches Konidien trägt, die denen der *Phleospora Ulmi* entsprechen. Dasselbe Mycel und

dieselben Konidien können aus den auf Ulmenblättern vorkommenden *Phleospora*-Konidien erzogen werden, sowie aus den Konidien, die in einer aus Ascosporen erhaltenen Reinkultur entstanden sind.

2. In andern Fällen schwellen sowohl in den aus Ascosporen wie in den aus Konidien erzogenen Kulturen die Pilzzellen entweder sogleich, oder nachdem zuvor Konidien gebildet sind, an und bräunen sich, es entstehen kleine schwärzliche Aggregate aus Hyphen mit tonnenförmigen Wänden oder aus traubigen Zellenmassen, und zuletzt wachsen die Kulturen bei genügender Nahrung in allen Fällen zu mehrere Millimeter großen, schwarzen, traubigen Klumpen, die dem Nährboden lose aufsitzen, heran. Diese bestehen aus braunen, verflochtenen und oft etwas pseudoparenchymatisch verbundenen Hyphen und können als ein stark hypertrophiertes Stroma aufgefaßt werden. Sie enthalten die Anlagen von Perithecien.

3. Die vollkommene Übereinstimmung der aus Ascosporen und der aus Konidien hervorgegangenen Pilzbildungen liefert einen weiteren, interessanten Beweis für die Zusammengehörigkeit der Ascosporen und der Konidien in den Entwicklungsgang desselben Pilzes.

Daß bereits Brefeld (Untersuch. a. d. Gesamtgeb. d. Myc. X, 1891, p. 212—216) einige *Mycosphaerella (Sphaerella)*-Arten untersucht hat, sei noch kurz erwähnt. Danach wurden bei einigen Arten (*Pteridis*, *Tassiana*, *depazeaeformis*) überhaupt keine Konidien, bei andern (*punctiformis*, *maculiformis*, *aquilina*) *Ramularia*-artige Konidien und bei *Sph. Populi Septoria*-artige Pykniden erhalten. Ob nun alle diese Arten und auch *Mycosphaerella Ulmi* in einen natürlichen Verwandtschaftskreis gehören, bedarf wohl weiterer Untersuchung. Hier mag nur noch der Hinweis interessieren, daß zwischen dem konidienbildenden Mycel von *Sph. Populi* (Fig. 44 u. 45 in Brefelds Taf. VII) und dem von *Mycosph. Ulmi* (Fig. 20 u. 21 der vorliegenden Arb.) vielleicht eine gewisse Ähnlichkeit vorhanden ist, die sich allerdings nicht auf den feineren Bau der Konidien erstreckt. Auf eine weitere Erörterung dieser Verhältnisse muß zunächst noch verzichtet werden. Zum Schlusse sei die Synonymik des Ulmenpilzes zusammengestellt:

Mycosphaerella Ulmi Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkr. XII, 1902, p. 257.

Phleospora ulmicola (Biv.-Bern.) Allescher, Pilze VI, p. 936.
Sphaeria ulmicola de Bivona-Bernardi, Stirpium rariorum in Sicilia provenientium descriptiones III, p. 14, 1815?[1]).
Phleospora Ulmi (Fries) Wallroth, Comp. Flor. Crypt. Germ. (1833), Nr. 1545 (hier als *Phleospora Ulmi* Fries in litt. 1815 bezeichnet); Saccardo, Sylloge III, p. 578.
Septoria Ulmi Fries, Nov. Flor. Suec. V, p. 78 (1819).
Stilbospora Uredo de Candolle, Flore franç., tome V. ou VI. vol. (1815), p. 152.

II. *Gloeosporium nervisequum* (Fuck.) Sacc.

Die Veranlassung zu der nachfolgenden Bearbeitung gab das Vorkommen des *Gloeosporium nervisequum* (Fuck.) Sacc. auf den Blättern einer großen, prächtig entwickelten Platane (*Platanus orientalis* L.) im Botanischen Garten zu Hamburg, auf das mich schon vor einer Reihe von Jahren Herr Prof. Dr. E. Zacharias aufmerksam machte. Alljährlich im Sommer sind zahlreiche Blätter mit den charakteristischen braunen, den Blattrippen folgenden Flecken behaftet; auch die übrigen Entwicklungsstadien des Pilzes waren infolge dieses Umstandes zur geeigneten Zeit leicht zu beschaffen. Dennoch scheint der Baum infolge der Erkrankung, bis jetzt wenigstens, keinen wesentlichen Schaden zu leiden. Das Vorkommen des Pilzes ist kein vereinzeltes; derselbe findet sich auch an andern Stellen bei Hamburg, weiter nordwärts fand ich ihn bei Burg in Dithmarschen. Die Angaben in der Literatur lassen schließen, daß derselbe überall vorkommen dürfte, wo Platanen heimisch sind oder kultiviert werden.

1. Ältere Bearbeitungen.

Die auffallenden Krankheitserscheinungen, die der Pilz hervorruft, haben bereits wiederholt das Interesse der Forscher auf sich gezogen.

F. v. Tavel (Bot. Zeitung 1886, p. 825) stellte fest, daß *Gloeosporium nervisequum* besonders *Platanus occidentalis* L. und

---

1) Die Bände I—IV sind 1813—16 erschienen.

namentlich junge Bäume befalle, auf *Platanus orientalis* L. aber seltener sei. Er beschreibt das Auftreten der Konidienlager und ihren anatomischen Bau und gibt auch eine Abbildung derselben. Die Hyphen sollen interzellular im Blattgewebe verlaufen. Die Konidien keimen in Wasser oder in Nährlösung nach wenigen Stunden; nach einigen Tagen entsteht ein starkes Mycel mit ungleich dicken Fäden aus kurzen, oft angeschwollenen Zellen. An diesem Mycel werden Konidien gebildet: „aus den kurzen Zellen der dickern Hyphen sprossen Ausstülpungen, die abgeschnürt werden." „Es können aber auch jene Basidienzellen zu stattlichen Basidien heranwachsen, die am Ende Sporen abschnüren." Infektionsversuche, die in verschiedener Weise ausgeführt wurden, blieben ohne Erfolg.

Beim Suchen nach Perithecien oder sonstigen zugehörigen Fruchtformen fand v. Tavel mehrere andere Pilze, die er in den folgenden Teilen seiner Arbeit bespricht. Ein auf dünnen vorjährigen Zweigen vorkommender Pilz wird als *Discula Platani* (Peck) Sacc. bestimmt. v. Tavel beschreibt die Entwicklung der Pykniden, die mit einem Pseudoparenchym beginnt, welches das Periderm emporhebt, dann aber selbst durch das darunter entstehende Konidienlager verdrängt wird, und macht auf die große Ähnlichkeit aufmerksam, welche die Konidien dieser *Discula* mit denen des *Gloeosporium nervisequum* haben, sowie auf die bemerkenswerte Beobachtung, daß die *Discula* immer in Gesellschaft des *Gloeosporium* auftrat. Einmal wurden auch auf einem Blattstiel derartige Pykniden gefunden. Das aus den Konidien gezogene Mycel scheint aber von dem aus *Gloeosporium* erhaltenen verschieden gewesen zu sein. Infektionsversuche waren ohne Erfolg.

Ferner fand v. Tavel auf toten Platanenzweigen zwei Ascomyceten mit mauerförmigen Sporen, die er als neue Arten beschreibt, *Fenestella Platani*, mit einer *Cytispora* und *Acrostalagmus*-Konidien in Verbindung stehend, und *Cucurbitaria Platani*, in einem Stroma Pykniden und Perithecien bildend. Beziehungen dieser Pilze zu *Gloeosporium* hält v. Tavel selbst nicht für wahrscheinlich.

E. A. Southworth (Journal of Mycology V, 1889, p. 51) macht auf die großen Schädigungen aufmerksam, welche die von *Gloeosporium nervisequum* befallenen Platanen an verschiedenen Stellen Nordamerikas erleiden. Es zeigen sich nicht bloß die braunen Flecken auf den Blättern; es werden auch Blätter, die an

den Stielen ergriffen sind, zum Abfallen gebracht. Ferner welken austreibende Knospen, wenn die Blätter halb entfaltet sind, und jüngere Zweige sterben ab. Der Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen wird allerdings nicht nachgewiesen. Der Aufsatz v. Tavels ist der Arbeit in englischer Übersetzung beigegeben.

Leclerc du Sablon (Revue générale de Bot. IV, 1892, p. 473) bespricht gleichfalls die eben erwähnten Formen der Platanenkrankheit und schreibt sie sämtlich demselben Pilze zu. Die Unterscheidung der beiden Arten *Gloeosporium Platani* (Mont.) Oud. (Sterigmen 5—6 μ) und *Gl. nervisequum* (Sterigmen 20—25 μ) hält er für unberechtigt, weil Übergänge in der Sterigmenlänge vorhanden sind. Ebenso hält er *Gloeosporium valsoideum* Sacc., das in der Rinde toter Zweige vorkommt, für identisch mit *Gl. nervisequum.* Von dem Mycel wird erwähnt, daß es intrazellular lebt, im Parenchym, Sklerenchym, Kollenchym, den Gefäßen usw. vorkommt, und daß es die Zellwände an den Tüpfeln durchbohrt. Aus den Konidien wurden Reinkulturen auf Gelatine oder Agar mit Platanendekokt erzogen; es entstand Luftmycel mit entfernteren Querwänden und im Innern des Nährbodens gewundenes Mycel mit häufigeren Querwänden, ferner wurden Konidien und kleine „Sklerotien" erhalten. Die Arbeit v. Tavels ist nicht berücksichtigt.

Auch J. Beauverie (Ann. de la Soc. bot. de Lyon XXVI, 1901) identifiziert *Gloeosporium nervisequum* mit *Gl. Platani* und *Gl. valsoideum.* Er beschreibt Fälle besonders heftigen Auftretens der Krankheit und findet die Ursache des großen Schadens darin, daß der Pilz seinen hauptsächlichen Sitz in den Zweigen hat. Das Mycel dringt aus der Rinde durch die Markstrahlen bis in das Mark vor. Selbst stärkere Äste und der Stamm können befallen werden. In der Rinde bilden sich Pykniden, und wenn diese mit den Borkenschuppen entfernt werden, entstehen neue darunter. So erklärt sich der chronische Verlauf der Krankheit.

Über Fälle heftigen Auftretens des Pilzes in Frankreich berichten nach Frank (die Krankheiten der Pflanzen 2. Aufl. II, p. 373) noch Cornu (Journ. de Bot. 1887, p. 188), Henri (Revue des eaux et forêts 1887), und Roumeguère (Revue mycologique 1887, p. 177). Halsted (Garden and Forest 1890, p. 295) macht auf starkes Auftreten in Nordamerika aufmerksam. Die betreffenden Arbeiten waren mir nicht zugänglich.

In bezug auf die Zugehörigkeit des Platanenpilzes zu einer Ascosporenform ist die Ansicht der Gebrüder Tulasne (Sel. Fung.

Carp. III, p. 93) zu erwähnen: „Aegre tenemur quin aeque legitimum et sincerae affinitati congruum arbitremur, ac solemne videtur, consortium illud quod *Nectriam pyrochroam* Maz. inter et *Hymenulam Platani* Lév.[1]) nuper animadvertebamus." Zur Begründung des Zusammenhangs wird aber nur das Vorkommen der *Nectria*-Perithecien zwischen den Konidienlagern der *Hymenula* angeführt.

Über den Speziesnamen *nervisequum* sei noch bemerkt, daß derselbe sich in dieser Form zuerst bei Fuckel (Symb. mycol. p. 396) findet und ebenso von Saccardo (Syll. III, p. 711), Frank (Krankh. d. Pfl. 2. Aufl. II, p. 373), Massee (A Text-Book of Plant Diseases 1899, p. 284) und Allescher (Pilze VII, p. 490) gebraucht wird. Diese Form dürfte sprachlich richtiger gebildet sein, als die Form *nervisequium*, die sich bei Hartig (Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten 1900, p. 112), v. Tubeuf (Pflanzenkrankheiten, p. 501), Lindau (in Engler-Prantl, die natürl. Pflanzenfam. I, 1**, p. 399) und Rostrup (Plantepatologi 1902, p. 579) findet.

2. Die Ascosporenform.

Die Hauptaufgabe, die ich mir für die vorliegende Untersuchung stellte, bestand darin, die noch unbekannten Perithecien des Pilzes zu finden, ihren Zusammenhang mit der Konidienform zu erweisen und ihre Bedeutung für das Leben des Pilzes zu ermitteln. Da ich meine Untersuchungen mit den Ascosporen begann, so mögen diese auch in der nachfolgenden Besprechung zuerst behandelt werden.

Es gelingt, Perithecien zu erhalten, wenn man die erkrankten Blätter im Freien überwintert. Um für die spätere Untersuchung die Arbeit zu erleichtern, empfiehlt es sich, die grün gebliebenen Teile der Blätter größtenteils abzuschneiden und nur die gebräunten Teile draußen auszulegen. Auf diese Weise erhielt ich zuerst im Frühjahr 1900 Perithecien mit reifen Sporen, und genau in derselben Weise fand ich sie in den folgenden Jahren regelmäßig wieder. Dagegen fehlten sie nach der Überwinterung auf Blättern, die keine braunen Flecken gehabt hatten. Die Einwirkung winterlicher Witterung ist jedoch kein Erfordernis für die Perithecienbildung; schon im Dezember waren, bevor es gefroren hatte, Peri-

---

1) *Fusarium Platani* Mont. = *Gloeosporium nervisequum*.

thecien mit Schläuchen und jungen Sporen vorhanden, und auch im Zimmer entstanden, wie unten noch gezeigt werden wird, Perithecien in bestimmten Reinkulturen.

Die Perithecien (Fig. 1, 2 u. 3) sind annähernd kugelförmig, manchmal breiter als hoch und am oberen Ende in einen kurzen

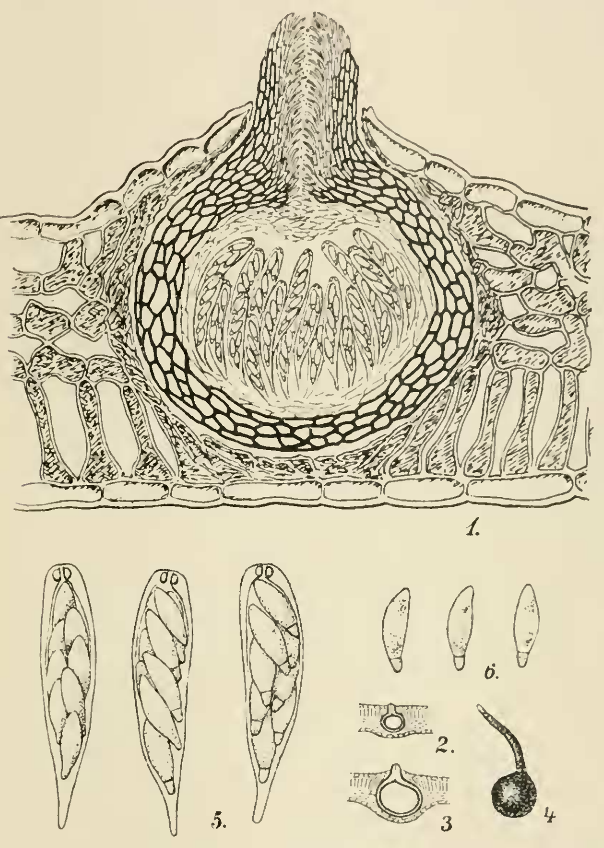


Fig. 1. *Gnomonia Veneta*, Perithecium, Schnabel aus der Blattunterseite hervorragend. $\frac{250}{1}$. — Fig. 2 u. 3 desgleichen, sehr verschieden groß, Schnabel aus der Blattoberseite hervorragend. Schema. $\frac{20}{1}$. — Fig. 4. In einer Reinkultur erwachsenes Perithecium mit sehr langem Schnabel. $\frac{20}{1}$. — Fig. 5. Schläuche mit Sporen. $\frac{680}{1}$. — Fig. 6. Sporen. $\frac{680}{1}$.

Schnabel ausgezogen. Ihre Größe schwankt innerhalb weiter Grenzen; ich fand die kleinsten mit 130, besonders große mit 400 bis 430 μ Durchmesser (Fig. 2 u. 3). Die Länge des Schnabels beträgt 50—100 μ bei 50—60 μ Dicke. In den unten zu besprechenden Reinkulturen auf sterilen Platanenblättern erhielt ich

Perithecien von 300—370 μ Durchmesser mit Schnäbeln von 460 bis 480 μ Länge (Fig. 4). Normalerweise sind die Perithecien ganz in das Blattgewebe eingesenkt; nur der Schnabel erreicht die Oberfläche oder ragt wenig daraus hervor. Da sie aber meist dicker sind als das 130—160 μ dicke Blatt, so wölben sie die Oberhaut desselben empor. In bezug auf die Lage der Perithecien sind dabei zwei Fälle zu unterscheiden. Sehr häufig sitzt der Schnabel in der oberen Epidermis fest, die gar nicht oder wenig vorgewölbt ist; dagegen drängt der Boden des Peritheciums die untere Epidermis nach außen (Fig. 2 u. 3). In andern Fällen ist es der obere Teil des Peritheciums, der die untere Epidermis vorwölbt, und der Schnabel durchbricht diese (Fig. 1). Besonders große Perithecien wölben die Oberhaut auf beiden Seiten empor und bringen sie auch wohl zum Aufbrechen. Die geschilderten Verhältnisse ermöglichen es, die Perithecien, obgleich sie nicht sehr zahlreich sind und ziemlich zerstreut über die Blattfläche gebildet werden, leicht aufzufinden, und zwar ist die Unterseite des Blattes aus den angegebenen Gründen dazu am geeignetsten.

Die 18—25 μ dicke Wand der Perithecien besteht aus etwa vier Schichten Zellen mit dunkelbraunen Wänden (Fig. 1). Im Innern des Schnabels sind farblose Hyphen vorhanden, die zunächst aufwärts und dann bogig nach der Mitte verlaufen, sodaß sie einen engen, nur in der Richtung nach außen hin gangbaren Kanal umkleiden. Die innere Mündung des Kanals erscheint durch vorgelagertes Gewebe geschlossen. Hyphen oder ein Stroma, mit dem die Perithecien in Zusammenhang stehen, bemerkt man nicht. Das Mycel in dem zerstörten Blattgewebe, aus dem die Perithecien entstanden sind, ist in den Schnitten nicht sichtbar. Infolge dieser Verhältnisse liegen die Perithecien völlig frei in dem zusammengedrückten toten Blattgewebe, und wenn man die Blätter vorher in Wasser eingeweicht hat, lassen sie sich mit einem spitzen Skalpell leicht unversehrt aus der Blattmasse herausheben; dabei bleibt in dem Gewebe ein rundes Loch zurück.

In reifen Perithecien findet man Schläuche mit Sporen, die dichtgedrängt im unteren Teile entspringen (Fig. 1). In älteren Zuständen scheinen sich dieselben, vielleicht infolge Nachrückens neuer, loszulösen, und so findet man ein schwer zu klärendes Gewirr in denselben, namentlich den größeren. Daneben kommen mitunter Desorganisationserscheinungen vor; man findet halbzersetzte Massen zwischen normalen Schläuchen oder den ganzen Perithecien-

inhalt in eine trübe Masse verwandelt. An Schnitten fand ich auch mitunter die Perithecien leer und Hyphen darin entwickelt. Gebilde, die als Paraphysen zu bezeichnen wären, sind zwischen den Schläuchen nicht vorhanden.

Die Schläuche (Fig. 5) sind keulenförmig, 45—55 μ lang, 9 bis 13 μ dick und unten in einen kurzen Stiel verschmälert. Ihre Wand ist unten dünn, im oberen Teile verdickt, dennoch aber zart und ihrer Lichtbrechungsverhältnisse halber wenig auffällig; sie färbt sich nicht mit Jod, Methylenblau oder Methylviolett in wässeriger Lösung. Am oberen Ende findet sich ein Porus, der von einem stark lichtbrechenden Ringe umgeben ist. Dieser Ring gewährt im mikroskopischen Bilde einen sehr eigenartigen Anblick; da sein Querschnitt kreisförmig ist, glaubt man zwei glänzende Kügelchen nebeneinander an der Spitze des Ascus zu sehen. An in Glyzerin oder Glyzeringelatine liegenden Präparaten bleibt der Ring auffällig, während die Membran fast unsichtbar wird. Die erwähnten Farbstoffe werden von dem Ringe, wie auch von den Sporen stark gespeichert.

Auch die Sporen sind sehr charakteristisch (Fig. 6). Sie sind farblos, zweizellig, länglich elliptisch, meist etwas unsymmetrisch, nach den Enden verjüngt, aber daselbst abgerundet, 12—16 μ lang und 4—6 μ dick; die Querwand liegt sehr nahe dem unteren Ende und teilt die Spore in eine große elliptische Zelle und eine kleine, deren Länge und Dicke nur ungefähr $^1/_5$—$^1/_4$ der Länge der großen beträgt, und die wie ein kleiner Anhang der Spore erscheint. Acht dieser Sporen liegen in jedem Ascus; sie bilden meist zwei unregelmäßige Längsreihen, wenigstens im mittleren Teil; ihre Achsen sind schräg zur Achse des Ascus geneigt.

Als ich versuchte, den Pilz zu bestimmen, fand ich eine große, aber nicht vollkommene Übereinstimmung mit der von Saccardo und Spegazzini (Mycoth. Ven. Nr. 1266) beschriebenen *Laestadia Veneta*, und Herr Prof. Dr. P. A. Saccardo, dem ich eine Probe des Pilzes einsandte, teilte mir mit, daß es sicher *Laestadia Veneta* sei. Aber der Pilz unterscheidet sich von den für die Gattung *Laestadia* und für die Art *L. Veneta* als charakteristisch angesehenen Merkmalen in mehreren wichtigen Punkten. Vor allem ist das Vorhandensein der Querwand am unteren Ende der Sporen nach meinen Erfahrungen ein völlig konstantes Merkmal. Herr Prof. Saccardo war daher geneigt, den Pilz in die Gattung *Apiospora* Sacc. zu stellen, die in der Beschaffenheit der Sporen mit

dem Platanenpilze übereinstimmt, und ich nannte ihn demgemäß in meiner vorläufigen Mitteilung (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 1902, p. 258) *Apiospora Veneta* Sacc. in litt. Ich kann aber auf Grund der weiteren Untersuchung diese Bezeichnung nicht mehr aufrecht erhalten. Für die Gattung *Apiospora* wird der Besitz von Paraphysen als charakteristisch angegeben, bei dem Platanenpilze fehlen dieselben. Ich habe auch zwei *Apiospora*-Arten, die mir im Herbar der Botanischen Staatsinstitute in Hamburg zugänglich waren, verglichen, nämlich *A. Montagnei* Sacc., Nr. 3157 in Rabenhorst-Winter, Fungi europaei, und *A. striola* (Pass.) Sacc., Nr. 2226 in Rabenhorst, Fungi europaei. Beide haben allerdings sehr ähnliche Sporen, aber die Schläuche sind oben dünnwandig und nicht mit Porus versehen. Den Perithecien fehlt der Schnabel, sie stehen in einer Reihe und sind durch eine Art Pseudostroma verbunden. Ferner habe ich *Apiospora Rhododendri* Oud. untersucht, die mir Herr Prof. Oudemans freundlichst zur Verfügung stellte. Nach den Angaben in der Diagnose von Oudemans (Révision des Champignons II, p. 219): „Un mamelon à peine perceptible etc." und „Asques s'ouvrant par un pore apical" hätte man hier vielleicht eher Ähnlichkeit mit dem Platanenpilze vermuten können. Aber es haben weder die Perithecien einen derartigen Schnabel, noch die Asci einen derartigen Porus, wie die betreffenden Teile des Platanenpilzes. *Laestadia Veneta* ist also keine *Apiospora*.

Vielmehr muß der Pilz in die Familie der Gnomoniaceen gestellt werden. Über diese sagt Winter (Pilze II, p. 570, in Rabenhorst, Kryptogamenflora): „Das Charakteristische dieser Familie sind einmal die Asci, die typisch eine stark verdickte und von einem Porus durchsetzte Innenmembran am Scheitel besitzen, normal ohne Spur von Paraphysen sind, und in zweiter Linie das mehr oder weniger verlängerte Ostiolum, das nur selten kurz bleibt." Nun bleibt zwar bei dem Platanenpilze das Ostiolum in der Regel ziemlich kurz; daß es aber unter Umständen eine bedeutende Länge erreichen kann, wurde bereits hervorgehoben. Sodann entspricht der innere Bau des Schnabels durchaus demjenigen bei echten *Gnomonia*-Arten, wie zB. eine Vergleichung mit der von Frank (Krankh. d. Pfl., 2. Aufl. II, p. 450) gegebenen Abbildung der *Gnomonia erythrostoma* (Pers.) Auersw. zeigt. Auch den Porus der Asci zeichnet Frank ganz ähnlich, wie ich ihn bei dem Platanenpilze sehe, und ebenso haben die Sporen der *Gnomonia*

erythrostoma genau dieselbe Gestalt wie die des Platanenpilzes. Diese letzteren sind bei Frank allerdings merkwürdigerweise falsch dargestellt, nämlich einzellig und nur eine Reihe im Ascus bildend, aber schon Winter (Pilze II, p. 587) schreibt (1887) ausdrücklich: Sporen zweireihig, oblong-schwachkeulig, beidendig abgerundet, nach unten stärker verjüngt, nahe dem unteren Ende mit Querwand", und Oudemans (Révision des Champignons II, p. 228) hat später auf den Fehler Franks aufmerksam gemacht. Fadenförmige hyaline Anhängsel an den beiden Polen, die nach Winter bei *Gn. erythrostoma* und einigen anderen Arten „mitunter" vorhanden sind, und von denen Oudemans sagt: „qui pourtant semble(nt) disparaître bientôt" habe ich an dem Platanenpilze allerdings bisher nicht bemerkt. Davon ist übrigens auch in Brefelds Abbildung der *Gn. erythrostoma* (Untersuch. a. d. Gesamtgeb. d. Myc. X, 1891, Taf. VIII, Fig. 8), die im übrigen der Beschreibung Winters entspricht, nichts dargestellt.

Um jeden Zweifel zu heben, habe ich eine Anzahl *Gnomonia*-Arten aus dem Herbar der Botanischen Staatsinstitute verglichen, und zwar die folgenden: *Gn. amoena* (Nees) Ces. et de Not., *Gn. Cerastis* (Rieß) Ces. et de Not., *Gn. devexa* (Desm.) Auersw., *Gn. tubaeformis* (Tode) Auersw., [in J. Kunze, Fungi sel. exsicc. Nr. 109, 250, 108, 249], *Gn. Amygdalinae* Fuck. [in Thümen, Myc. univ. Nr. 653], *Gn. errabunda* (Rob.) Auersw., *Gn. vulgaris* Ces. et de Not. [in Krieger, Fungi saxon. Nr. 1677 u. 534], *Gn. erythrostoma* (Pers.) Auersw. [in Krieger, Schädl. Pilze, Nr. 86] und *Gn. leptostyla* (Fries) Ces. et de Not. Bei allen diesen Arten ist die Wand des Ascus im oberen Teile mehr oder weniger verdickt, das Verhalten gegen Farbstoffe dasselbe wie bei *Laestadia Veneta*, der Ring um den Porus in ähnlicher Weise vorhanden. Verschieden sind Größe und Gestalt der Asci, Größe und Querschnittsfigur des Ringes und namentlich die Gestalt der Sporen. *Gn. erythrostoma* und *Gn. errabunda* haben dieselbe Sporenform wie *Laestadia Veneta*, *Gn. erythrostoma* ist auch in bezug auf die Beschaffenheit des Ringes ähnlich, während derselbe bei *Gn. errabunda* eine länglich dreieckige Querschnittsfigur zeigt. Diese beiden Arten stehen *Laestadia Veneta* wohl am nächsten. Ihnen dürfte sich noch *Gn. inaequalis* Auersw. anschließen, die nach Winter (Pilze II, p. 587) dieselbe Sporenform hat. Die übrigen unterscheiden sich durch die in der Mitte (*Gn. leptostyla*, *Cerastis*) oder näher dem oberen Ende (*Gn. devexa*) befindliche Querwand,

durch einzellige (*Gn. tubaeformis*) oder durch sehr lange dünne Sporen (*Gn. vulgaris*, *amoena*). Die Asci der beiden letztgenannten Arten sehen daher am abweichendsten aus, während die von *Gn. leptostyla* und *tubaeformis* der *L. Veneta* etwas ähnlicher sind, die letzteren trotz der zylindrischen Form des Ringes.

Laestadia Veneta ist also künftig in die Gattung *Gnomonia* zu stellen und als *Gnomonia Veneta* zu bezeichnen. Sie ist der Sektion *Eugnomonia* einzufügen und gehört hier, falls die Sporenform eine natürliche Verwandtschaft bezeichnet, in die Nähe von *Gn. erythrostoma*, *errabunda* und *inaequalis*.

3. Reinkulturen aus Ascosporen.

Lange bemühte ich mich vergebens, die Perithecien zum Ausschleudern der Sporen zu veranlassen. Endlich gelang es Anfang Juni 1904. Das Resultat war aber spärlich, und es wird daher nicht leicht möglich sein, mittels geschleuderter Sporen Reinkulturen herzustellen, und noch weniger, Infektionen auszuführen.

Inzwischen hatte ich mich zur Gewinnung von Reinkulturen eines anderen Verfahrens mit Erfolg bedient. Die Perithecien lassen sich, wie schon oben erwähnt wurde, leicht aus den überwinterten Blättern herauslösen. Um sie von anhaftenden Keimen möglichst zu befreien, bringt man sie in einen Tropfen steriles Wasser und erneuert dieses einige Male. Dann zerdrückt man sie mit einem sterilen Skalpell und stellt unter dem Mikroskop fest, ob gut ausgebildete Schläuche und Sporen vorhanden sind. Es zeigt sich dabei, daß nicht jedes lospräparierte schwarze Körperchen ein Perithecium oder ein solches von guter Beschaffenheit ist, was auch mit den schon besprochenen Befunden der mikroskopischen Untersuchung übereinstimmt, und es ergibt sich daher die Notwendigkeit, die Perithecien einzeln zu behandeln.

Aus den auf die angegebene Weise gewonnenen, in sterilem Wasser verteilten Sporen erhält man verhältnismäßig leicht Reinkulturen. Mehrere Umstände erweisen sich dabei als förderlich. Da die Sporen infolge ihrer charakteristischen Gestalt leicht von andern Pilzsporen zu unterscheiden sind, so kann man ohne Schwierigkeit eine mit Sicherheit von dem Pilze herrührende Spore in der feuchten Kammer unter dem Mikroskop einstellen und ihre Entwicklung verfolgen, oder man kann auch an einer keimenden Spore noch einige Zeit nach der Keimung feststellen, daß sie von

dem Pilze herrührt. Selbst durch den Boden einer dünnen Petrischale und eine nicht zu dick gegossene Agarschicht in derselben lassen sich die Sporen mit einer schwächeren Vergrößerung noch erkennen. Wenn man bei diesen Aussaaten statt einer einzelnen Spore einen ganzen Ascus übertragen hat, was leicht vorkommt, so ist das für die Gewinnung von Reinkulturen kein Fehler, da Verunreinigungen dadurch nicht leicht entstehen, anderseits aber der ganze Ascus noch leichter kenntlich ist, und die Sporen in demselben gerade so leicht keimen, als wenn sie bereits frei sind. Außerdem erhält man auf diese Weise gleich ein kräftigeres Mycel. Ferner ist für die Herstellung von Reinkulturen das verhältnismäßig rasche Wachstum des Pilzes förderlich, durch das derselbe wenigstens gleichzeitig ausgesäten Bakterien gegenüber sehr bald im Vorteil ist. Endlich wird die Kontrolle der Reinheit durch das charakteristische Aussehen des Mycels, nachdem man dieses einmal kennen gelernt hat, wesentlich erleichtert.

Die Keimung der Ascosporen (Fig. 8—12) findet leicht und regelmäßig statt, und die Keimfähigkeit hält in den trocken aufbewahrten Perithecien den ganzen Sommer an. Noch Anfang Oktober gelang es, Keimungen hervorzurufen. In Wasser tritt in der Regel seitlich ein Keimschlauch hervor, der erheblich dünner bleibt als die Zelle (Fig. 8). Läßt man die Sporen aber auf Nähragar keimen, so werden die Keimschläuche bedeutend dicker, fast so dick wie die Spore selbst, und es treten nicht selten mehrere zugleich auf (Fig. 9—11). Auch die noch im Ascus enthaltenen Sporen keimen, wie schon erwähnt, leicht aus. Nach 24 Stunden sind kurze Keimschläuche vorhanden, nach 48 Stunden findet man kleine verzweigte Mycelien. Diese wachsen dann, wesentlich in der oberflächlichen Agarschicht, ziemlich rasch weiter; nach 4 Tagen haben die Mycelien etwa $^3/_4$ cm Durchmesser, und allmählich breiten sich dieselben über den ganzen verfügbaren Raum aus.

Das Aussehen der Reinkulturen ist in hohem Grade charakteristisch; übrigens ist die Ausbildung derselben etwas verschieden je nach der Art des verwendeten Nährbodens. Wenn das Mycel sich auf einer größeren Nährbodenfläche, zB. in einer Petrischale, ungestört entwickeln kann, nimmt es einen auffälligen zonenförmigen Wuchs an (Fig. 7 u. 41 links). Um die Impfstelle herum bilden sich abwechselnde helle und dunkle Ringe von sehr regelmäßiger konzentrischer Anordnung aus. In der Mitte liegt meist eine gleichmäßige Fläche von etwa 10 mm Durchmesser; die Breite

der dann folgenden Ringe beträgt ungefähr 1,5 mm. Finden sich mehrere Impfstellen in derselben Petrischale, so hört das Wachstum an den Stellen auf, wo zwei Mycelien aufeinander stoßen, hier entsteht eine scharfe Abgrenzung, während dort, wo kein Mycel entgegenkommt, freies Weiterwachsen bis an die Grenze des Substrats stattfindet. Auf Pflaumendekoktagar, der wenig färbende



Fig. 7. Reinkultur aus Ascosporen der *Gnomonia Veneta* auf Agar mit Platanendekokt erwachsen. Im durchfallenden Lichte photographiert. $\frac{1}{1}$. Vgl. Fig. 40 u. 41.

Stoffe enthält, bleibt auch das Mycel hell (Fig. 41); nur die dunkleren Zonen haben eine olivenbraune Farbe; bei der Untersuchung mit der Lupe meint man hier eine buschige Verästelung des Mycels zu erkennen, mit dem Mikroskope findet man zerstreute Konidien auf. Noch eigenartiger ist das Aussehen, welches die Kulturen auf Agar mit Dekokt von Platanenblättern annehmen (Fig. 7). Der Pilz übt eine gewisse Anziehung auf die braungefärbten Stoffe aus, die in dem Dekokt enthalten sind, und diese sammeln sich in

den dunklen Ringen an. Dazu kommt, daß sich die Konidienbildung hier lokalisiert. Es entstehen kleine braunschwarze Körperchen, an deren Oberfläche man weißliche Tröpfchen findet, die aus Konidien bestehen. Die dichte Ansammlung dieser Körperchen macht die dunkeln Zonen besonders auffällig (Fig. 7). Nach und nach erreichen einzelne eine Größe von 1,5 mm und darüber; mitunter ragen sie hoch aus dem Substrat hervor, in andern Fällen sind sie mehr oder weniger eingesenkt.

Kulturen in Petrischalen sind verhältnismäßig leicht der Verunreinigung ausgesetzt. Man kann aber schöne, haltbare Präparate daraus herstellen, wenn man sie mit Glyzerin durchtränkt. Nach derartigen, künstlich etwas gebleichten Präparaten sind die beigegebenen Abbildungen (Fig. 7, 40 u. 41) hergestellt. Kulturen in Röhren halten sich dagegen monatelang. Da das Mycel sich in den Röhren nicht so frei ausbreiten kann, wird das Aussehen der Kulturen nicht so charakteristisch; dennoch bleibt ihr Typus unverkennbar. Das Mycel dringt in der dickeren Agarschicht auch etwas mehr in die Tiefe. Mitunter bildet sich hier und da etwas Luftmycel; dasselbe zeigt eine blaßbräunliche Farbe, bleibt aber stets spärlich. Perithecien wurden, auch in alten Kulturen, auf Agarnährboden nicht gebildet.

Die mikroskopische Untersuchung der Reinkulturen deckt ziemlich mannigfaltige Erscheinungen auf. Die Hyphen treten in drei verschiedenen Ausbildungsformen auf, deren Zusammengehörigkeit nicht auf den ersten Blick einleuchtet, aber abgesehen von ihrem Vorkommen in derselben Reinkultur durch Verfolgung des Hyphenverlaufs auf längere Strecken direkt bewiesen werden kann. Manche Hyphen sind dick und durch zahlreiche Querwände gegliedert (Fig. 13); die Teilzellen sind nicht mehr als zweimal so lang wie dick und in der Regel tonnenförmig oder auch beiderseits neben den Querwänden angeschwollen, an diesen selbst also etwas eingeschnürt. Die Membranen sind derb und meist gelblich oder gebräunt.

Die zweite Hyphenform (Fig. 13 u. 21) besteht aus dünneren, eigentümlich starr aussehenden Fäden von gleichmäßiger Dicke und mit derben, gelblich gefärbten Membranen. Querwände sind nur spärlich vorhanden und nicht leicht zu sehen. Wo sich Querwände finden, und mehrfach auch an anderen Stellen finden sich Verdickungen, in Gestalt von gelblich gefärbten Ringen, der Wand außen aufgelagert (Fig. 15). Die Gesamterscheinung dieser Hyphen macht, von dem manchmal etwas welligen Verlauf abgesehen, den

Eindruck des Glatten; ihrer Verzweigung nach sind sie oft hirschgeweihähnlich (Fig. 21).

Die dritte Hyphenform (Fig. 13) sind zarte, farblose und glatte Fäden. Dieser Form gehört außer den feinsten Verzweigungen des Mycels auch das Luftmycel an, das oben erwähnt wurde. Ebenso würde man hierher die zuerst aus den Sporen entstehenden zarteren Hyphen rechnen können, die nur durch die bald auftretenden knorrigen Verzweigungen (Fig. 14) ihre Tendenz, in die anderen Hyphenformen überzugehen, verraten.

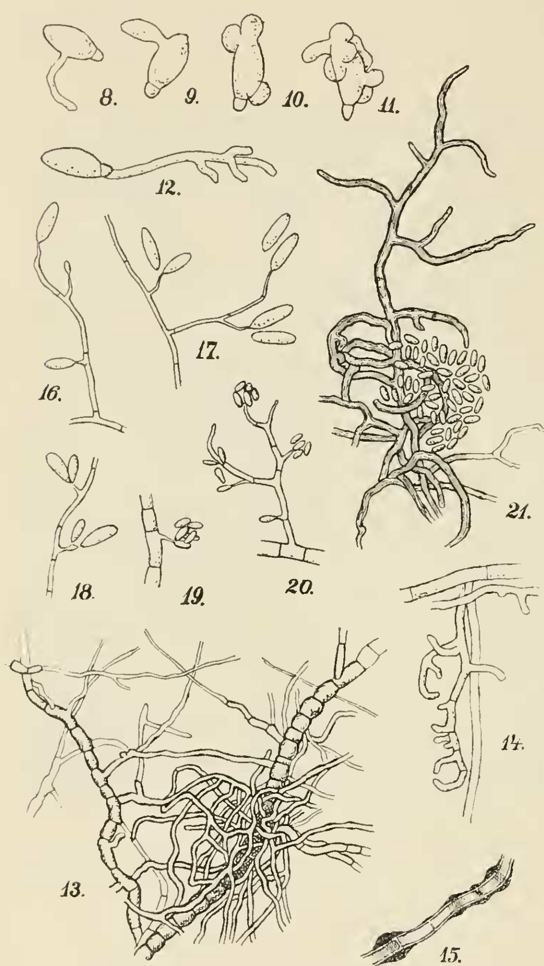


Fig. 8—21. *Gnomonia Veneta.* Fig. 8—12. Ascosporen, in Wasser (Fig. 8) und auf Nähragar keimend. $\frac{700}{1}$. — Fig. 13. Mycel mit drei Hyphenformen, aus einer Platanenagarkultur. $\frac{260}{1}$. — Fig. 14. Knorrige Verästelung noch zarter Hyphen. $\frac{480}{1}$. — Fig. 15. Ringförmige Verdickungen an dem „glatten" Hyphentypus. $\frac{620}{1}$. — Fig. 16 u. 17. Zerstreute Konidienbildung am zarten Mycel. $\frac{700}{1}$. — Fig. 18—20. Bildung kleiner Konidien. $\frac{620}{1}$. — Fig. 21. Hyphen des „glatten" Typus mit einem (kleinen) Konidienhaufen. $\frac{260}{1}$.

Wie schon angedeutet, wurde in den auf Pflaumendekoktagar erzogenen Kulturen die Bildung zerstreuter Konidien beobachtet. Wo dieselben genügend frei liegen, erkennt man, daß sie teils an den Enden zarter gegliederter Hyphen, hauptsächlich aber an den Enden kürzerer oder längerer seitlicher Ausstülpungen der Gliederzellen der Hyphen entstehen (Fig. 16 u. 17). Sie sind lang-oval und

und erreichen in der Regel eine Länge von 6—9 μ bei etwa 3 μ Dicke. Meist entstehen sie einzeln oder in ganz geringer Zahl. Es kommt aber auch vor, daß acht oder mehr an dem Ende einer Hyphe oder eines Seitenzweigs gebildet werden, und daß sie dann kleiner bleiben, nur 3—4 : 1,5 μ groß werden und in kugeligen Häufchen beisammen liegen (Fig. 18—20). Man würde hier eine andere Konidienart oder womöglich gar eine Verunreinigung vermuten können, wenn nicht die Bildung großer und kleiner Konidien unmittelbar nebeneinander beobachtet werden könnte, so daß in demselben kugeligen Häufchen neben den kleinen nicht selten eine oder zwei große Konidien vorhanden sind (Fig. 18; vgl. namentlich auch Fig. 31 u. 32).

In den Kulturen auf Agar mit Platanenblätterdekokt wurde eine derartige zerstreute Konidienbildung nicht gefunden. Hier bildeten sich an vielen Stellen Ansammlungen von so zahlreichen Konidien, daß wenigstens in den Stadien, die zur Untersuchung kamen, ihre Entstehung nicht mehr nachweisbar war (Fig. 21). In diesen Konidienhaufen entwickelt sich auch eine Mycelgrundlage aus verflochtenen Hyphen, die dem Typus der glatten, selten gekammerten Hyphen angehören. In den älteren Kulturen in Röhren oder Petrischalen gehen aus solchen Konidienansammlungen die großen (bis 1,5 mm), schwarzbraunen Fruchtkörper hervor, die bereits erwähnt wurden. Wenn dieselben gut ausgebildet sind, sind sie von einer braunschwarzen pseudoparenchymatischen Hülle rings umschlossen. In den inneren Hohlraum ragen von der Wand aus verschieden lange, farblose Sterigmen hinein, an deren Ende Konidien entstehen. Letztere sind farblos, einzellig, länglich-oval, 9 bis 12 μ lang, 3,5—4,5 μ dick; sie haben also ganz die Beschaffenheit der an freien Hyphen in denselben Kulturen entstehenden Konidien. Meist zerfällt der innere Hohlraum in eine Anzahl mehr oder weniger getrennter Abteilungen, indem Schichten gebräunter Hyphen, von denen auch wieder Konidienträger ausgehen, von der Wand aus in das Innere vordringen (Fig. 50). Es wird weiter unten noch auf diese Bildungen zurückzukommen sein.

Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit dieser Kulturen besteht in der Abscheidung einer großen Menge von Kristallen. Diese haben die Gestalt vierseitiger Säulen, denen an den Enden Pyramidenflächen, einen stumpfen Winkel bildend, aufgesetzt sind. Bei der Untersuchung mit polarisiertem Lichte erweisen sie sich als doppelbrechend. Sie sind unlöslich in kalter und auch in heißer

Essigsäure, in Salzsäure lösen sie sich langsam unter Korrosionserscheinungen, bei der Einwirkung von Schwefelsäure werden sie gleichfalls korrodiert und zerstört, es entstehen aber alsbald an ihrer Stelle neue Kristallmassen, aus büschelig gruppierten Nadeln gebildet. Die nachgewiesenen Merkmale sind diejenigen, aus denen man bei mikroskopischen Untersuchungen auf das Vorhandensein von Calciumoxalat schließt. Der Kalk stammt wahrscheinlich aus dem Agar; ich hatte als Nährboden für diese Kulturen noch den gewöhnlichen, nicht den nach dem Verfahren von Macé mazerierten Agar verwendet und vermag gegenwärtig auch nicht zu sagen, ob in Kulturen auf dem letzteren die Kristallbildung ausbleibt oder geringer ist. Die Oxalsäure dürfte ein Stoffwechselprodukt des Pilzes sein.

Es erschien wünschenswert, das Vorhandensein des oxalsauren Kalks auch makrochemisch nachzuweisen. Eigene Versuche nach dem auch von W. Benecke (Botan. Zeitung 1903, p. 85) angewandten Verfahren[1], sowie eine Untersuchung, die auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. M. Dennstedt, Direktors des chemischen Staatslaboratoriums, Herr Dr. Voigtländer ausführte, scheiterten zunächst an der zu geringen Menge der Säure. Bei der Untersuchung eines etwas größeren Quantums wurde ein flockiger, schwach bräunlicher Niederschlag erhalten, der allerdings nicht das Aussehen der Calciumoxalatniederschläge hatte, sondern aus organischen Substanzen zu bestehen schien. Bei der mikroskopischen Untersuchung desselben fanden sich aber einzelne farblose Kristalle darin, die doppelbrechend waren und die Gestalt kurzer quadratischer Säulen mit anscheinend pyramidalen, aber nicht genau zu ermittelnden Endbegrenzungen hatten. Diese dürften aus gefälltem Calciumoxalat bestanden haben. Zu weiteren Versuchen war die Menge zu gering. Ich werde künftig gelegentlich versuchen, Kulturen in größerem Maßstabe anzulegen, um ein größeres Quantum der Kristalle zu gewinnen[2].

Herr Dr. Kister vom hygienischen Institut in Hamburg legte während meiner Abwesenheit im Juli 1902 einige Reinkulturen des Ascosporenpilzes auf anderen Nährböden an, deren Verhalten ich

---

1) Auslaugen mit verdünnter Salzsäure, Neutralisieren mit Ammoniak, Kochen mit Natriumkarbonat, Filtrieren, das Filtrat mit Essigsäure ansäuern und mit Calciumacetat fällen.

2) Auf die Oxalsäurebildung durch Pilze hat bereits de Bary (Botan. Zeitung 1886, p. 400—404) aufmerksam gemacht.

kurz erwähnen möchte. Auf „Saurem Glyzerinagar“[1]) blieb das Mycel klein und farblos; in einiger Entfernung von der Impfstelle entstand aber eine dichtere Zone von ganz ähnlichem flockigen Aussehen, wie es in den Pflaumenagarkulturen gefunden wurde. Auf „Heydenagar nach Hesse“ und auf „Salzagar“[2]) war die Entwicklung noch geringer, doch konnte auf Heydenagar der flockige Bau noch erkannt werden. Auf „Gelatine“[3]) entstanden kleine Mycelien mit ziemlich typischer Entwicklung der Flöckchen; die Gelatine wurde verflüssigt. Auf Kartoffelstücken entstanden braune, eigentümlich gefaltete Mycelhäute.

Um dem Pilze ein den natürlichen Verhältnissen mehr entsprechendes Substrat zu geben, als der Agarnährboden ist, legte ich (im September) Kulturen auf Platanenblattstücken an, die in Röhren eingeschlossen und darin sterilisiert worden waren. Ein am Grunde der Röhre befindlicher angefeuchteter Wattebausch diente dazu, das Austrocknen möglichst aufzuhalten. Das Mycel kam zur Weiterentwicklung und drang offenbar wesentlich in das Innere der Blätter ein, da es äußerlich keine bemerkbaren Erscheinungen hervorrief. Nach einiger Zeit entstanden zahlreiche bräunliche Fleckchen, über die ganze Blattfläche verteilt, die sich als Konidienhäufchen auswiesen. Dieses Auftreten der Konidienhäufchen erinnert an die Art und Weise, wie die Konidienlager bei *Gloeosporium Platani* (Mont.) Oud. gebildet werden; es wird davon unten noch die Rede sein.

Später entstanden in diesen Kulturen auch Perithecien. Dieselben erreichten eine erhebliche Größe, bis 370 μ. Sie waren in das Substrat eingesenkt, aber in der Regel nur teilweise. Besonders auffällig aber war die große Länge, welche der Schnabel an den auf diese Weise erhaltenen Perithecien erlangte. Dieser letztgenannte Umstand wurde oben bereits als ein Argument für die Gnomoniaceen-Natur des Pilzes geltend gemacht (Fig. 4).

Die in der Reinkultur aus Ascosporen entstandenen Konidien keimen, in eine feuchte Kammer mit Nähragar übertragen, alsbald aus, wobei sie in der Regel einen seitlichen Keimschlauch, mitunter auch deren zwei bilden (Fig. 34—37). Die Keimschläuche sind verhältnismäßig dick, sie schwellen bald noch mehr an, so daß sie

1) Agar mit dem für bakteriologische Zwecke üblichen Zusatz von Fleischextrakt, Pepton, Kochsalz und außerdem 6 % Glyzerin, nicht neutralisiert.

2) Mit Fleischextrakt, Pepton und 3 % Kochsalz.

3) Mit dem üblichen Zusatz von Fleischextrakt, Pepton und Kochsalz.

so dick wie die Konidie oder noch dicker werden, und es entstehen seitliche Auswüchse, aus denen Verzweigungen hervorgehen. Sehr bald wächst das junge Mycel zu einer ansehnlichen Größe heran. Sein Aussehen und sein späteres Verhalten ist genau dasselbe, wie das des direkt aus Ascosporen hervorgegangenen Mycels, sowohl nach seinem mikroskopischen Verhalten, wie auch nach dem Aussehen größerer Kulturen in Petrischalen oder Röhren.

Am Schlusse dieses Abschnittes mögen die Angaben erwähnt werden, welche Brefeld (Unters. a. d. Gesamtgeb. d. Myc. X, 1891, p. 232—235) über die Nebenfruchtformen von *Gnomonia*-Arten macht. Bei *Gn. tetraspora*, *Agrimoniae* und *rostellata* erhielt er überhaupt keine Konidien, bei *Gn. setacea* solche an freien Trägern, bei *Gn. Cerastis* und *erythrostoma* Pykniden. Die Abbildungen des konidienbildenden Mycels von *Gn. setacea* (Brefelds Taf. VIII, Fig. 5) weisen bemerkenswerte Ähnlichkeiten mit den in Fig. 16—20 und 28—32 der vorliegenden Arbeit dargestellten Gebilden auf.

4. Die *Gloeosporium*-Formen auf den Blättern.

Die durch das *Gloeosporium nervisequum* hervorgerufene sommerliche Blattkrankheit der Platanen beginnt Anfang bis Mitte Juni. Zuerst findet man, und zwar nur bei sorgfältigem Suchen, auf einzelnen Blättern kleine, braune Flecken auf der Hauptrippe oder den stärkeren Nebenrippen. Später hat sich die Bräunung an den Rippen entlang weit verbreitet und auch das angrenzende Blattgewebe beiderseits $1/2$ cm weit oder weiter ergriffen. Jetzt gewähren die erkrankten Blätter eine sehr auffällige Erscheinung.

Nach einiger Zeit werden Konidienlager sichtbar; ich fand sie zuerst am 24. Juni. Dieselben scheinen unter den gewöhnlichen Umständen nur längs der Rippe zu entstehen, zwar vorwiegend auf der Oberseite, doch auch vielfach an der Unterseite der Rippe. Sie erscheinen als bräunliche bis schwarze Pünktchen oder Strichelchen, die sich ein wenig höckerartig über das Substrat erheben, und erreichen eine Länge von 100—350 μ bei einer Breite von 80—200 μ.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt, daß die erkrankten und gebräunten Gewebe Pilzmycel enthalten. Im Lumen der langgestreckten Zellen der die Gefäße begleitenden Gewebe der Blattrippen verlaufen dicke, plasmareiche Hyphen mit dünnen Wänden

(Fig. 22); sie dringen, die Wände, auch die Seitenwände durchbohrend, aus einer Zelle in die Nachbarzelle ein. Mit dieser Art des Hyphenverlaufs steht die Ausbreitung der Flecken längs der Rippen in Zusammenhang. In den eigentlichen Gefässen habe ich keine Hyphen nachweisen können, wohl aber fanden sie sich nicht selten in den unmittelbar an Gefäße angrenzenden Zellen. Im Mesophyll der gebräunten Teile der Blattspreite sind die Hyphen

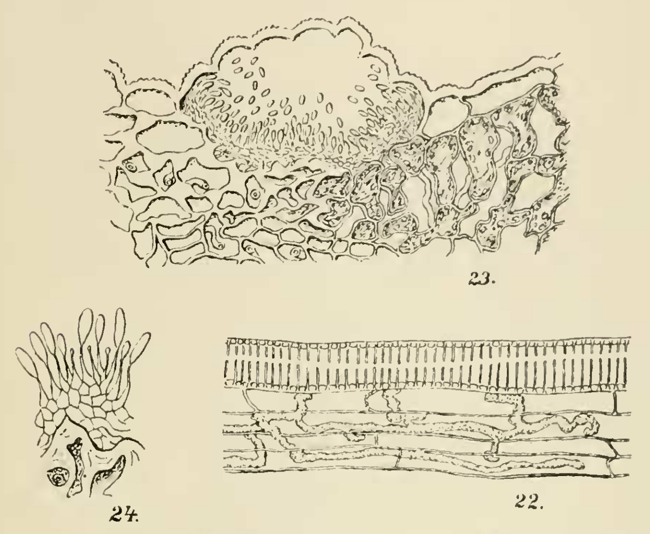


Fig. 22—24. *Gloeosporium nervisequum.* Fig. 22. Mycel im Gewebe der Blattrippe. $\frac{260}{1}$. — Fig. 23. Konidienlager an der Grenze der Blattrippe und der Spreite. Mycel im Lumen der Zellen der Rippe (links) und in den Intercellularen des Mesophylls (rechts). $\frac{260}{1}$. — Fig. 24. Teil der konidienbildenden Schicht. $\frac{600}{1}$. Vgl. Fig 43 u. 49.

nicht besonders zahlreich. Geeigneter als die Untersuchung dünner Paraffinschnitte erwies sich die Behandlung mit der Hand hergestellter Schnitte mittels aufhellender Substanzen (Natriumhypochlorit, Milchsäure, Chloralhydrat). Auf diese Weise konnte ich mich überzeugen, daß auch im Mesophyll der braunen Blattflecken Mycel vorhanden ist, und zwar verlaufen die Hyphen hier intercellular (Fig. 23, rechts).

Die Konidienlager (Fig. 23) entstehen an Stelle einer Gruppe nebeneinander liegender Epidermiszellen, die sie bis zur Unkenntlichkeit verändern. Es scheint, daß sie auch die Membranen vielfach durchbohren und in das Innere der Zellen eindringen; behandelt man ein Lager nacheinander mit Natriumhyposulfit, Kali-

lauge und Chlorzinkjod, so lassen sich Reste der Membran zwischen den Hyphen nachweisen. Dagegen bleibt die Kutikula dieser Zellen als zusammenhängendes Häutchen erhalten; sie überspannt anfangs das Konidienlager, wird dann durch die anwachsende Konidienmasse gehoben und gedehnt und zuletzt zerrissen. Wenn sich die Konidienlager ungestört durch äußere Agentien entwickeln, bleiben die Konidien beisammen und verkleben durch eine zwischen ihnen befindliche Substanz zu einer wachsartigen Masse. Unter solchen Umständen erreichen die Lager eine nicht unbedeutende Höhe, wenn sie auch wesentlich kleiner bleiben als die von *Phleospora Ulmi.* Leclerc du Sablon (Rev. gén. de Bot. IV, 1892, Taf. 20, Fig. 1) bildet derartige Konidienlager ab, und ich habe sie gelegentlich ähnlich gesehen. Die konidienbildende Schicht ist ein flaches pseudoparenchymatisches Gewebe, das sich am Rande ein wenig emporhebt, aber in keiner Weise den Eindruck einer Peridie macht, wenigstens in jüngeren Zuständen. An älteren Lagern ist mitunter eine merkliche Braunfärbung dieses Gewebes vorhanden, und es lassen sich daraus Beziehungen herleiten zu den mit Gehäuse umgebenen Konidienfrüchten, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Von diesem Gewebe entspringen 5—10 μ lange Hyphen, an deren Enden die Konidien entstehen (Fig. 24). Diese sind länglich oval, 9—13 μ lang, 4—5 μ dick, dünnwandig und farblos. Die von Allescher (Pilze VII, p. 491) angegebenen Maße (Konidien 12—15 : 4—6, Sterigmen 20—25 : 2,5—3) scheinen mir etwas reichlich hoch zu sein.

Außer *Gloeosporium nervisequum* ist noch ein zweites auf den Blättern der Platanen lebendes *Gloeosporium* beschrieben worden, nämlich *Gl. Platani* (Mont.) Oud. Als unterscheidende Merkmale werden die geringere Länge der Konidienträger (5—6 μ), sowie das über die Blattspreite zerstreute Auftreten der Konidienlager angegeben, während in bezug auf Größe und Gestalt der Konidien Übereinstimmung besteht. Bei der Untersuchung einer von Herrn Prof. Oudemans mir freundlichst übersandten Probe fand ich als weiteren Unterschied, daß die Konidienlager von *Gl. Platani* unter der Epidermis entstehen und anfangs von der ganzen Epidermis bedeckt bleiben. Die Konidien fand ich zwar kleiner, als sie Allescher (Pilze VII, p. 491) angibt, aber übereinstimmend mit denen von *Gl. nervisequum* (9—13 : 4—5 μ). Trotz der eben genannten Unterschiede aber sehe ich mich genötigt, mich der Ansicht von Leclerc du Sablon und Beauverie anzuschließen,

welche *Gl. Platani* für identisch mit *Gl. nervisequum* halten. Daß die Länge der Sterigmen kein entscheidendes Merkmal abgeben kann, ist schon von Leclerc du Sablon (a. a. O., p. 477) hervorgehoben worden. Noch wichtiger erscheint mir der Umstand, daß Konidienlager, die als *Gl. Platani* bestimmt werden müssen, in Zusammenhang mit *Gl. nervisequum* und auf denselben Blattflecken auftreten. Die Konidienlager des *Gl. nervisequum* finden sich in der oben angegebenen Weise typisch nur an den Blattrippen. Untersucht man aber Querschnitte durch die angrenzenden, vom Pilze gebräunten Partien der Blattspreite, so findet man nicht selten, oft in unmittelbarer Nähe von *nervisequum*-Lagern und mit diesen in demselben Schnitte, Pilzlager unter der unteren Epidermis und diese sprengend und emporhebend, die von *Gl. Platani* nicht zu unterscheiden sind. Allerdings sind diese *Platani*-Lager auf den noch an den Bäumen befindlichen Blättern keine regelmäßigen Begleiter der *nervisequum*-Infektionen. Sie treten aber auf, wenn mit *Gl. nervisequum* infizierte Blätter im Herbst eine Zeitlang am Boden gelegen haben, oder wenn man ein mit *Gl. nervisequum* infiziertes Blatt einige Zeit in einer feuchten Kammer hält. Man sieht dann zerstreut über die ganze vom Pilze befallene Blattspreite Konidienlager auftreten, ganz in der Weise, wie es für *Gl. Platani* angegeben wird, und auch entsprechend der von Allescher (Pilze VII, p. 492) reproduzierten Abbildung von Saccardo (Fung. ital., tab. 1059). Es schien mir indessen, als ob diese Lager nicht immer unter der Epidermis hervorbrechen, sondern auch oberflächlich gebildet werden, und jedenfalls werden sie nicht selten größer, als die *Platani*-Lager in der Regel sind. Ähnliche Lager entstanden auch in Reinkulturen auf sterilisierten Blättern, wie oben bereits erwähnt wurde. In den erwähnten Verhältnissen zeigt sich eine gewisse Vielgestaltigkeit der Konidienlager des Platanenpilzes. Die späteren Abschnitte werden dafür noch weitere Belege bringen.

5. Reinkulturen aus Blattkonidien.

Wenn man die auf einem Konidienlager sitzende wachsartige Masse mit einem spitzen Skalpell ablöst und in Wasser bringt, so verquillt die die Konidien zusammenhaltende Substanz, und diese verteilen sich in dem Wasser. Nimmt man diese Operationen mit sterilen Gerätschaften und sterilem Wasser vor, so erhält man die Konidien in solcher Reinheit, daß Impfungen auf Nähragar in der

Regel ohne weiteres Reinkulturen ergeben. Als Nährboden diente auch hier in erster Linie Agar mit Pflaumendekokt und mit Platanenblätterdekokt. Zu den im folgenden beschriebenen Kulturen wurden die Konidien aus den Lagern an den Blattrippen verwendet, also das echte *Gl. nervisequum*.

Die Konidien sind gleich nach ihrer Bildung keimfähig und bewahren an trocken aufgehobenen Blättern ihre Keimfähigkeit den ganzen Sommer, sodaß ich noch am 9. Oktober Keimungen hervorrufen und Kulturen erziehen konnte. In der oben beschriebenen feuchten Kammer kann man die Keimung leicht Schritt für Schritt und bis zur Bildung umfangreicher, wieder Konidien bildender Mycelien verfolgen. Die Keimungsvorgänge sind genau dieselben, wie die der Konidien, die in den aus Ascosporen hervorgegangenen Kulturen gebildet werden. Es tritt seitlich ein Keimschlauch hervor, der bald anschwillt, Auswüchse bildet und sich verzweigt (Fig. 25 u. 26). Es kann auch gegenüber oder an einer anderen Stelle der Konidie noch ein zweiter Keimschlauch entstehen. Nach wenigen Tagen ist ein ausgebildetes Mycel vorhanden (Fig. 27). Das Aussehen, welches dieses Mycel auf den verschiedenen zur Verwendung gekommenen Nährböden annimmt, ist genau dasselbe, wie das der entsprechenden, aus Ascosporen der *Gnomonia Veneta* erhaltenen Kulturen. Auf Pflaumenagar entstehen dieselben olivenbraunen, in ihrem

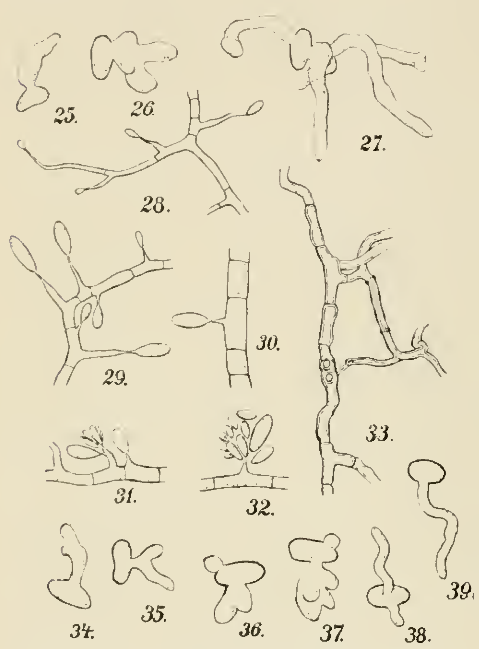


Fig. 25—33. *Gloeosporium nervisequum*. Fig. 25 u. 26. Konidien, auf Nähragar keimend. $\frac{700}{1}$. — Fig. 27. Desgleichen, späteres Stadium. $\frac{700}{1}$. — Fig. 28—30. Zerstreute Konidienbildung am zarten Mycel. $\frac{700}{1}$. — Fig. 31 u. 32. Bildung kleinerer Konidien. $\frac{600}{1}$. — Fig. 33. Mycel, dicke kurzgliederige und „glatte" Hyphen zeigend. $\frac{480}{1}$.

Fig. 34—37. Keimung der Konidien aus einer Reinkultur der *Gnomonia Veneta*. $\frac{700}{1}$.

Fig. 38—39. Keimung der Konidien des Rindenpilzes (s. Fig. 42 u. 43). $\frac{700}{1}$.

feineren Bau buschig aussehenden Zonen (Fig. 41 rechts), und die mikroskopische Untersuchung weist dieselben zerstreut gebildeten Konidien in ihnen nach (Fig. 28—30). Auch die Bildung kugeliger Häufchen kleinerer Konidien, denen einzelne größere beigemengt sind, tritt in derselben Weise ein (Fig. 31 u. 32). Die Kulturen auf Agar mit Platanenblätterdekokt entwickeln dieselbe scharf ausgeprägte zonenartige Anordnung (Fig. 40), dieselbe An-



Fig. 40. Reinkultur aus Konidien des *Gloeosporium nervisequum*, auf Agar mit Platanendekokt erwachsen. Im durchfallenden Lichte photographiert. $\frac{1}{1}$. Vgl. Fig. 7.

sammlung braunen Farbstoffs, dieselben allmählich größer und schwarz werdenden Konidienhäufchen, auf denen man die Konidien in Gestalt grauweißer Tröpfchen bemerkt, dieselben größeren, von einer schwarzen peridienartigen Hülle umgebenen Konidienfruchtkörper, wie die aus den Ascosporen erzogenen Kulturen; auch das spärliche weiße Luftmycel fehlt nicht. Die mikroskopische Untersuchung weist dieselben drei Mycelformen nach (Fig. 33); kurz, es

ist mir unmöglich, zwischen den auf Nähragar aus Ascosporen und den auf demselben Substrat aus Konidien erzogenen Kulturen auch nur den leisesten Unterschied aufzufinden.

Auch auf den übrigen zur Verwendung gekommenen Nährböden, saurem Glyzerinagar, Heydenagar, Salzagar, sterilen Kar-

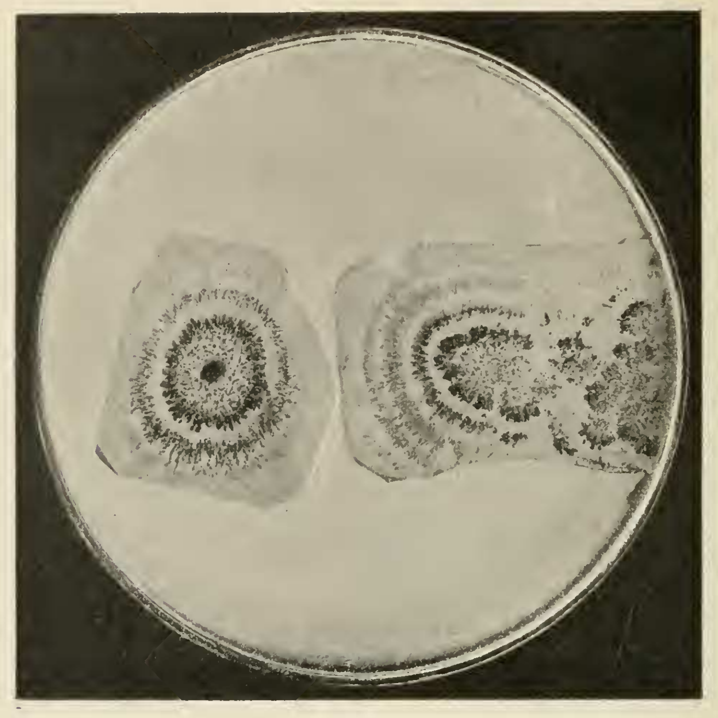


Fig. 41. Teile von Reinkulturen auf Pflaumenagar, zur unmittelbaren Vergleichung nebeneinander im durchfallenden Lichte photographiert. Links: Reinkultur aus Ascosporen von *Gnomonia Veneta*. Der dunkle Fleck in der Mitte ist das zur Überimpfung aufgelegte Agarstückchen mit Mycel. Rechts: Reinkultur aus Konidien von *Gloeosporium nervisequum*. Direkt und an mehreren Stellen zugleich erhalten, daher (ganz rechts) unregelmäßiger und ohne Mittelfleck. $\frac{1}{1}$.

toffelstücken und auf sterilisierten Platanenblättern traten genau dieselben Erscheinungen ein, wie an den aus Ascosporen entstandenen Mycelien. Nur insofern verhielten sich die Kulturen auf sterilen Blättern verschieden, als ich in den aus Konidien erzogenen keine Perithecien erhielt. Ich habe aber diese Versuche bisher nicht wiederholen können; auch wäre es möglich, daß gerade in dem Verhalten in bezug auf die Fruchtkörperbildung die unter-

scheidenden Merkmale der sporogenen und der konidiogenen Mycelien zu suchen sind. Ich verweise auf das oben besprochene, in bezug auf die Konidienbildung auch etwas verschiedene Verhalten der Mycelien von *Mycosphaerella Ulmi*.

Die Übereinstimmung zwischen den aus den Ascosporen der *Gnomonia Veneta* (*Laestadia Veneta*) und den aus den Konidien des *Gloeosporium nervisequum* hervorgegangenen Reinkulturen, die durch die beigegebenen Abbildungen noch weiter erläutert wird[1]), ist bis in die Einzelheiten eine so vollkommene und infolge des charakteristischen Aussehens der Kulturen eine so frappante, daß damit allein ein völlig ausreichender Beweis für die Zugehörigkeit des erwähnten Ascosporenpilzes zu dem *Gloeosporium* gegeben ist. Ich habe diese Zusammengehörigkeit zuerst im Jahre 1902 durch eine große Zahl von Kulturen festgestellt. In den Jahren 1903 und 1904 wurden die Versuche wiederholt, indem ich jedesmal wieder von Ascosporen sowie von Konidien ausging, und es wurden in allen Fällen genau dieselben charakteristischen Mycelien erhalten. Eine weitere Bestätigung findet die Zusammengehörigkeit in dem regelmäßigen Auftreten der *Gnomonia Veneta* auf überwinterten erkrankten Platanenblättern, in dem Fehlen derselben auf überwinterten nicht erkrankten, sowie namentlich in den unten zu besprechenden Infektionsversuchen.

Es ist an dieser Stelle nochmals darauf hinzuweisen, daß Leclerc du Sablon bereits aus Konidien Reinkulturen erzogen hat. Die Abbildungen der in diesen künstlichen Kulturen erhaltenen Konidien, die Leclerc du Sablon seiner Arbeit beigibt (Taf. 20, Fig. 9—11), sind zwar etwas reichlich schematisch gezeichnet, beziehen sich aber ohne Zweifel auf Bildungen, die den oben beschriebenen, in der Kultur erhaltenen Konidien genau entsprechen. Auch die Angaben, die Leclerc du Sablon über die Beschaffenheit der Hyphen macht, lassen vermuten, daß er dieselben Mycelien aus Konidien erhalten hat; indessen beschreibt er das makroskopische Aussehen seiner Kulturen nicht näher.

6. Die Konidienform auf den Zweigen.

Außer den braunen Flecken auf den Blättern, die eine auffällige und in die Augen springende Erscheinung sind, treten an

1) Man vergleiche insbesondere Fig 7 mit 40, Fig. 41 links mit rechts, Fig. 16 —20 mit 28—32.

den durch *Gloeosporium nervisequum* erkrankten Bäumen noch andere Schädigungen auf, die man zwar erst bei sorgfältigerem Nachsehen findet, die aber in ihrer Wirkung nachhaltiger und verhängnisvoller sind. Den oben erwähnten älteren Beobachtern sind diese Erscheinungen nicht entgangen, und Southworth, Leclerc du Sablon und Beauverie haben dieselben auch mit *Gloeosporium nervisequum* in Verbindung gebracht. Ein strenger Beweis für den Zusammenhang derselben mit der Blattkrankheit ist aber bisher nicht geführt worden.

Zunächst ist das plötzliche Welk- und Trockenwerden junger Triebe zu nennen, die sich eben erst aus den Knospen entfaltet haben, und deren Blätter noch nicht über 5 cm groß geworden sind. Da sich dieses Welkwerden im Frühjahr zeigt, so lange sich noch junge Triebe entwickeln, könnte man geneigt sein, es auf eine Frostwirkung zurückzuführen. Sieht man aber genauer nach, so zeigt sich, daß nach abwärts von der welken Spitze stets irgendwo eine tote Stelle an dem Zweige vorhanden ist, sei es, daß der welkende Zweig der Haupttrieb und der tote ein Seitentrieb desselben ist, sei es, daß der welkende Zweig der Seitentrieb eines stärkeren Zweiges ist, der in seinem oberen Teile tot ist. Von dem toten Zweige aus hat sich die Erkrankung auf den welkenden Zweig fortgesetzt und die Zufuhr von Saft und Nahrung zu den Blättern gestört.

Die erwähnten toten Zweige sind die am wenigsten auffällige Erscheinung an den kranken Platanen, aber man findet sie bei genauerem Nachsehen in Menge. Irgend eine Pilzbildung ist an denselben äußerlich meist nicht wahrzunehmen. Sticht man aber zur geeigneten Zeit (etwa im Juni) mit einem scharfen Messer die Lenticellen heraus und bringt sie in ein Tröpfchen Wasser, so bemerkt man in diesem unter dem Mikroskop alsbald massenhafte Konidien, die in Gestalt und Größe denen des *Gloeosporium nervisequum* vollkommen entsprechen. Man stellt leicht fest, daß unter jeder Lenticelle ein Konidienlager vorhanden ist.

An Querschnitten erkennt man, daß das Korkgewebe der Lenticelle emporgehoben ist, und daß sich darunter ein linsenförmiger Raum von 500—900 μ Breite und 150 μ und mehr Höhe befindet, der ganz mit Konidien angefüllt ist (Fig. 42). Mit bloßem Auge oder mit der Lupe sieht man die Konidienmasse als weißen Fleck im Gewebe. Die Konidien sind länglich oval, an beiden Enden abgerundet oder etwas zugespitzt, 8—12 μ lang, 3—4,5 μ

dick (Fig. 43). Sie entstehen an 5—15 μ langen Sterigmen, die von einem dünnen pseudoparenchymatischen Pilzgewebe ausgehen, welches die ganze Wand des Hohlraumes ringsum auskleidet, sodaß also auch von der Decke aus Konidien gebildet werden (Fig. 42). Durch einen Riß, der sich im Gewebe der Lenticelle bildet, können die Konidien nach außen gelangen.

In dem unter dem Konidienlager liegenden Gewebe findet man das Mycel des Pilzes. Die Hyphen sind hier hauptsächlich im Lumen der Zellen enthalten. Besonders charakteristische Bilder ergeben sie in den sklerenchymatischen Elementen der Rinde

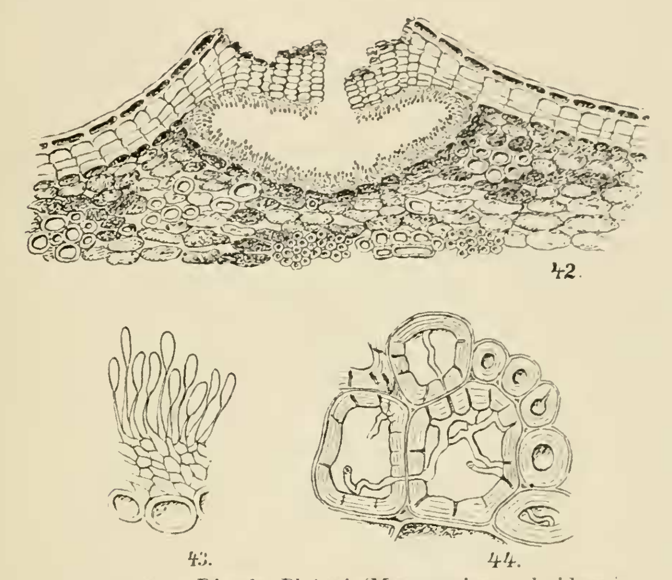


Fig. 42—44. *Discula Platani (Myxosporium valsoideum).*
Fig. 42. Konidienlager in der Rinde unter einer Lenticelle. $\frac{85}{1}$. — Fig. 43. Teil der konidienbildenden Schicht. $\frac{600}{1}$. Vgl. Fig. 24 u. 49. — Fig. 44. Sklerenchymzellen der Rinde mit Mycel. $\frac{480}{1}$.

(Fig. 44). Hier sind sie gewöhnlich etwas derbwandig und dem oben erwähnten glatten Hyphentypus der Reinkulturen ähnlich. Mitunter kann man deutlich sehen, wie sie durch die Porenkanäle von Zelle zu Zelle gelangen. Die Hyphen dringen aber auch in die Markstrahlen ein und gelangen bis in das Mark; ebenso findet man sie vereinzelt im Holzkörper in den Gefäßen. Ihr Nachweis ist etwas mühsam, da sie nie massenhaft vorhanden, sondern immer nur in einzelnen Zellen enthalten, und da sie dabei farblos und von wenig auffälliger Beschaffenheit sind. Die mitgeteilten Beobach-

tungen bestätigen die auf das Mycel bezüglichen Angaben von Leclerc du Sablon und Beauverie.

Man kann die Frage stellen, ob die eben besprochenen Konidienlager nur unter Lenticellen entstehen. Tatsächlich habe ich sie, wie schon bemerkt, stets unter Lenticellen, und an den untersuchten Zweigen unter jeder Lenticelle gefunden. Damit ist allerdings nicht bewiesen, daß sie nicht auch an anderen Stellen auftreten können. Ich habe aber diese Frage, da sie mir einstweilen keine sehr wesentliche Bedeutung zu haben schien, nicht weiter verfolgt.

Endlich ist noch eine Erscheinung an den Zweigen des erkrankten Baumes zu erwähnen, die höchstwahrscheinlich mit dem vorliegenden Rindenpilze in Zusammenhang steht und dann als ein Heilungsprozeß angesehen werden muß. Es finden sich nämlich an den jungen, federkiel- bis fingerdicken Zweigen vielfach auffällige Wundstellen mit Überwallungserscheinungen von sehr gleichmäßiger Beschaffenheit. Auf einer mehrere Zentimeter langen Strecke ist der Zweig einseitig abgestorben, die Rinde vertrocknet und oft abgelöst, sodaß der verwitterte Holzkörper frei liegt. Von beiden Seiten her haben sich kräftige Überwallungswülste gebildet. In einem speziellen Falle ist das erstjährige Holz fast ganz abgestorben und gebräunt. An den kleinen verschont gebliebenen Sektor ist im zweiten und dritten Jahre eine mächtige Holzmasse angelagert, die samt der zugehörigen Rinde den toten Holzkörper so umwallt hat, daß nur ein Drittel seines Umfanges, auf der dem verschont gebliebenen Teile gegenüber liegenden Seite, frei liegt. Andere Wundstellen sind abweichend, aber doch im wesentlichen ähnlich gebildet.

Man sieht keinen Grund, warum die jungen Zweige durch mechanische Ursachen so regelmäßig in dieser Weise verletzt sein sollten, und es entsteht daher der Verdacht, daß der Rindenpilz der Urheber der Erscheinung sei. Dafür spricht zunächst der Umstand, daß man in der Wundfläche in der Regel den Stumpf eines abgestorbenen Zweiges, mitunter auch den Zweig selbst noch findet. Der Pilz dürfte also, von dem toten Zweige aus gegen den Hauptzweig vordringend, zunächst dessen Rinde teilweise getötet haben, dann aber im Weiterumsichgreifen gehemmt worden sein. Das angrenzende gesunde Kambium hat begonnen, die Wunde zu überwallen. Zur Stütze dieser Ansicht kann ich weiter anführen, daß ich in den Gefäßen des abgetöteten Holzes in der Nähe der

mit braunen Massen erfüllten Markstrahlen Pilzhyphen fand, welche denen gleichen, die in den Gefäßen von *Gloeosporium* ergriffener Zweige enthalten sind. Ein strenger Beweis für die Richtigkeit der Vermutung ist dieser Befund natürlich nicht; man müßte die Entwicklung der Erscheinung verfolgen oder in dem toten Gewebe die Fruchtkörper des Pilzes nachweisen.

Letztere zu finden, habe ich natürlich versucht, und es gelang auch, an den Stellen, die sonst von den Fruchtkörpern des Rindenpilzes eingenommen werden, oder wo diese sich vielleicht vorher befunden hatten, Fruchtkörper eines Pilzes zu finden, die allerdings mit den gesuchten eine gewisse Ähnlichkeit haben, sich aber durch die winzig kleinen Konidien unterscheiden. Der Gedanke, daß es sich hier sozusagen um eine Degenerationsform unseres Schmarotzers handle, ist zwar nicht ohne weiteres abzuweisen, da der Übergang von größeren zu kleineren Konidien in Reinkulturen beobachtet wurde. Für wahrscheinlicher halte ich es aber doch, daß es ein späterer Ansiedler ist, der die von dem ersten Bewohner übrig gelassenen Reste ausnutzt. Was den Namen desselben betrifft, so besteht am meisten Ähnlichkeit mit *Cytospora Platani* Fuck., die ich auch in einem Exsikkat verglichen habe, aber doch keine vollkommene, da die Konidien erheblich kürzer sind. Es hat mir bisher an Zeit und geeignetem Material gefehlt, diesen Gegenstand weiter zu untersuchen.

Das wiederholt konstatierte Vorkommen des im voraufgehenden besprochenen Rindenpilzes auf den von *Gloeosporium nervisequum* befallenen Bäumen und die Übereinstimmung seiner Konidien mit denen des Blattpilzes macht die Zugehörigkeit desselben zu *Gloeosporium nervisequum* und demnach zu *Gnomonia Veneta* in hohem Grade wahrscheinlich. Um den Beweis für diese Zusammengehörigkeit zu bringen, habe ich auch von dem Rindenpilze Reinkulturen hergestellt. Es ergab sich, daß das Verhalten der Konidien des Rindenpilzes bei der Keimung (Fig. 38 u. 39) genau dasselbe ist, wie das der Konidien von den Blättern, und daß die aus den Rindenkonidien erzogenen Reinkulturen mikroskopisch und makroskopisch denjenigen vollkommen gleichen, die aus Konidien des *Gloeosporium nervisequum*, bezugsweise aus Ascosporen der *Gnomonia Veneta* erhalten waren.

Somit ist durch das Verfahren der Reinkultur bewiesen, daß der vorliegende Rindenpilz in den Entwicklungskreis der *Gnomonia*

Veneta gehört und also als eine rindebewohnende Form des *Gloeosporium nervisequum* angesehen werden muß.

Einige weitere Erörterungen machen aber noch die Namen nötig, unter welchen dieser Pilz von den bisherigen Beobachtern beschrieben worden ist. Leclerc du Sablon und Beauverie, die sich bereits für die Identität desselben mit *Gloeosporium nervisequum* ausgesprochen haben, bezeichnen ihn als *Gloeosporium valsoideum* Sacc. Über die Richtigkeit dieser Bestimmung kann man nach Vergleichung der Diagnosen, zB. bei Allescher (Pilze VII, p. 424, in Rabenhorst, Kryptogamenflora) kaum zweifelhaft sein; auch das wichtigste Merkmal in der Familiendiagnose der Melanconiaceen: „ohne eigentliches Fruchtgehäuse" (Allescher, p. 444) paßt ohne Schwierigkeiten. Eine weitere Bestätigung lieferte mir die Untersuchung der beiden als *Myxosporium valsoideum* (Sacc.) Allescher bezeichneten Exsikkaten Nr. 4388 in Rabenhorst-Pazschke, Fung. europ. et extraeurop. (auf *Platanus occidentalis*) und Nr. 675 in Vestergren, Micromyc. rar. sel. (auf *Pl. orientalis*) In der erstgenannten Probe fand ich auch einen kleinen Zweig, der an zwei Stellen die oben erwähnten Überwallungserscheinungen zeigte, ein Umstand, der sich gleichfalls für den ursächlichen Zusammenhang dieser Erscheinung mit dem Pilze anführen läßt.

Nun hat aber Allescher das *Gl. valsoideum* in die Gattung *Myxosporium* Link versetzt, nicht, weil er von der wesentlichen Verschiedenheit überzeugt ist — er hebt vielmehr die innere Verwandtschaft mit *Gloeosporium nervisequum* ausdrücklich hervor —, sondern weil die konsequente Durchführung der Unterscheidung der beiden Gattungen *Gloeosporium* und *Myxosporium* es erfordert (Pilze VII, p. 451 u. 524). Es folgt daraus aber, daß die Unterscheidung dieser beiden Gattungen eine unnatürliche ist; es ist möglich, daß durch dieselbe auch noch in andern Fällen die natürliche Verwandtschaft zerrissen wird, und es muß daher das Ziel gesteckt werden, geeignetere Gesichtspunkte für die Gruppierung der in diesen Gattungen untergebrachten Pilze zu finden.

Zu einem ganz anderen Resultat kam v. Tavel (Bot. Zeitung 1886, p. 830) bei der Bestimmung des vorliegenden Rindenpilzes. Wenigstens ist für mich kein Zweifel möglich, daß der Pilz, den v. Tavel als *Discula Platani* (Peck.) Sacc. beschreibt, nichts anderes ist, als der mir vorliegende. Auf die Ähnlichkeit der Konidien und der Konidienträger mit denen des *Gloeosporium nervisequum* und das gemeinsame Auftreten hat v. Tavel (p. 831)

bereits selbst aufmerksam gemacht. Seine Abbildungen (Fig. 4 u. 5) stimmen sehr gut mit den an meinem Material vorhandenen Erscheinungen überein[1]). Nur das pseudoparenchymatische Gewebe, dessen Hyphen senkrecht gegen das Periderm wachsen und dieses heben (v. Tavels Fig. 3 und 4), und das dann nach v. Tavel durch das Konidienlager verdrängt wird, finde ich an dem Material von der Platane aus dem botanischen Garten nicht (s. Fig. 42); dagegen konnte ich es an dem einen der eben erwähnten, als *Myxosporium valsoideum* bezeichneten Exsikkate in Überresten deutlich nachweisen. Ich bin daher geneigt anzunehmen, daß dieses Gewebe kein so regelmäßiger Begleiter dieser Konidienlager ist, wie es nach v. Tavels Darstellung zu sein scheint. Die Frage, wie es sich hiermit verhält, würde eine entwicklungsgeschichtliche Sonderuntersuchung nötig machen, auf die ich mich einstweilen noch nicht eingelassen habe.

Es erhebt sich nun aber die Frage, ob die Bestimmung v. Tavels richtig war; war sie richtig, so hat man denselben Pilz zweimal, als zwei verschiedenen Gattungen und zwei verschiedenen Gruppen angehörig, beschrieben, denn die Gattungen *Gloeosporium* und *Myxosporium* werden in die Familie und Ordnung der Melanconiaceen, die Gattung *Discula* in die Familie der Excipulaceen, Ordnung Sphaeropsideen, gestellt.

Für die Melanconiaceen ist das Fehlen, für die Excipulaceen das Vorhandensein eines Fruchtgehäuses das entscheidende Merkmal (Allescher, Pilze VII, p. 393 u. 444). Es kommt also wesentlich darauf an, ob man das dünne pseudoparenchymatische Gewebe, welches das Konidienlager umgibt, und von dem die Konidienträger ausgehen, als Fruchtgehäuse auffassen will, wie es v. Tavel getan hat, oder nicht.

Bei der Betrachtung der ausgebildeten Konidienlager scheint es natürlicher, dieses Gewebe einfach als konidienbildende Schicht, als Hymenium anzusehen; denn wenn Konidienträger zu einem Lager dicht zusammengedrängt sind, so müssen die Hyphen, von denen sie ausgehen, zu einer zusammenhängenden Schicht verschmelzen, und eine derartige Schicht ist ja auch bei typischen Melanconiaceen, wie *Gloeosporium nervisequum* u. a., vorhanden. Vergegenwärtigt man sich aber, daß nach den Angaben v. Tavels über die Entwicklung der Konidienlager von *Discula Platani* diese

1) S. auch Journal of Myc. V, 1889, Taf. IX, Fig. 4 u. 5.

als Hohlraum in einem vorher vorhandenen Gewebe auftreten, so läßt sich auch wohl manches für die Auffassung als Gehäuse sagen. Auch v. Tavel (p. 831) meint, daß *Discula Platani* auf Grund ihrer Entwicklungsgeschichte als Pyknide, wenn auch von etwas ungewöhnlicher Beschaffenheit, zu bezeichnen sei.

Um zu einem besseren Urteil zu kommen, habe ich in Ermangelung von *Discula*-Arten eine *Discella*-Art, nämlich *D. carbonacea* (Fries) Berk. et Br., Nr. 844 in Rabenhorst, Fungi europaei, zur vergleichenden Untersuchung herangezogen. Hier ist allerdings ein unanfechtbares Gehäuse vorhanden. Dasselbe kennzeichnet sich schon durch seine schwarzbraune Farbe, und oben, wo es der Außenwand der Epidermiszellen anliegt, erlangt es auch eine ziemliche Mächtigkeit. Aber unter dem Konidienlager ist es nach unten und nach oben nur wenig deutlich abgegrenzt und nur in dickeren Schnitten durch die bräunliche Färbung kenntlich; an den Seiten fehlt es eigentlich ganz, d. h. hier ist die abgrenzende Schicht verflochtener Hyphen sehr dünn und fast farblos. Ferner besteht insofern eine auffällige Ähnlichkeit mit dem Platanenpilze, als auch die Konidien der *Discella carbonacea* an langen Sterigmen und nicht bloß am Boden des Lagers, sondern ebenso von der Decke des Gehäuses gebildet werden. Zu erwähnen ist noch, daß die Hyphen der *Discella* gleichfalls im Lumen der Rindenzellen enthalten sind.

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, daß eine unbestreitbare Ähnlichkeit zwischen dem Rindenpilze der Platane und dieser *Discella* besteht, durch die es sicher gerechtfertigt ist, den ersteren der Gattung *Discella* Berk. et Br., bezugsweise der Gattung *Discula* Sacc., die sich nur durch die einzelligen Konidien unterscheidet, anzureihen.

Bei der Vergleichung der übrigen Merkmale in den Diagnosen von *Discula Platani* fällt wieder dieselbe Unsicherheit und Unbestimmtheit in den Begriffen hinsichtlich der Fruchtgehäuse auf, auf die ich bereits oben unter *Phleospora Ulmi* aufmerksam gemacht habe. So schreibt zB. Allescher (Pilze VII, p. 409) wörtlich nach Saccardo (Sylloge III, p. 674) in der Gattungsdiagnose von *Discula*: „Fruchtgehäuse . . . oft unvollständig und gleichsam aus dem veränderten Substrat gebildet.“ Also auch hier ist von einem Fruchtgehäuse die Rede, das in Wirklichkeit kein Fruchtgehäuse ist. Es liegt mir fern, hieraus den verdienstvollen Bearbeitern dieser Pilze einen Vorwurf zu machen; aber es

kann nicht zweifelhaft sein, daß alle hierher gehörenden Pilzformen einer weit genaueren Untersuchung und Vergleichung bedürfen, als gegenwärtig vorliegt.

Im übrigen stimmen auch die in den speziellen Diagnosen der *Discula Platani* angegebenen Merkmale sehr gut mit dem vorliegenden Rindenpilze überein, und ich komme daher zu dem Schlusse, daß *Discula Platani* mit *Gloeosporium valsoideum* identisch ist. Um völlig sicher zu gehen, habe ich Herrn Ch. H. Peck, Staatsbotaniker am State Museum in Albany, New York, um eine Probe seiner *Discella Platani* gebeten, und die Vergleichung des mir freundlichst übersandten Materials, das Mai 1875 bei Bethlehem in New York gesammelt ist, bestätigt mein Urteil vollkommen.

Gloeosporium nervisequum und *Platani*, *Myxosporium valsoideum* und *Discula Platani* sind also nur verschiedene Zustände der Konidienform der *Gnomonia Veneta.* Die Schwierigkeiten, dieser Konidienform einen angemessenen Platz im System der *Fungi imperfecti* anzuweisen, werden noch verstärkt durch die im folgenden Abschnitt mitzuteilenden Beobachtungen.

7. Eine Konidienform auf abgestorbenen Blättern.

Auf den abgefallenen Platanenblättern entwickelt sich im Spätherbst und Winter noch eine eigentümliche Form von Konidienlagern. Schon beim Präparieren der Perithecien für Reinkulturen und Infektionsversuche war mir aufgefallen, daß die schwarzen Gebilde, die aus der Epidermis der Blätter hervorragen, in sehr zahlreichen Fällen gar keine Perithecien sind, obgleich sie sich als Pilzbildungen zu erkennen geben, die von einer schwarzbraunen peridienartigen Wand umkleidet sind. Um was es sich handelt, wurde erst klar, als ich im Dezember die im Freien ausgelegten pilzbehafteten Blätter untersuchte. Jetzt fanden sich zahlreiche schwarze, etwas glänzende Körperchen aus der Epidermis, namentlich der Blattunterseite hervorragend. Einige davon erwiesen sich als junge Perithecien (s. oben). Andere aber waren eigentümliche Konidienlager (Fig. 45—48).

Dieselben entstehen unter der Epidermis, heben dieselbe aber bei ihrem Wachstum empor und bringen sie zum Zerreißen. Stellenweise dringen die Hyphen auch in die Außenmembran ein und trennen die Kutikula ab. Mitunter sitzen die Pilzkörper dem Blatte flach auf (Fig. 45), manchmal aber dringen sie auch ziemlich

tief in das Gewebe ein, die unter ihnen liegenden Zellen verdrängend und zusammendrückend (Fig. 46). Von den bisher besprochenen Konidienlagern unterscheiden sie sich durch das Vorhandensein eines unverkennbaren Gehäuses, das allerdings sehr unregelmäßig und ziemlich verschiedenartig ausgebildet ist. Das-

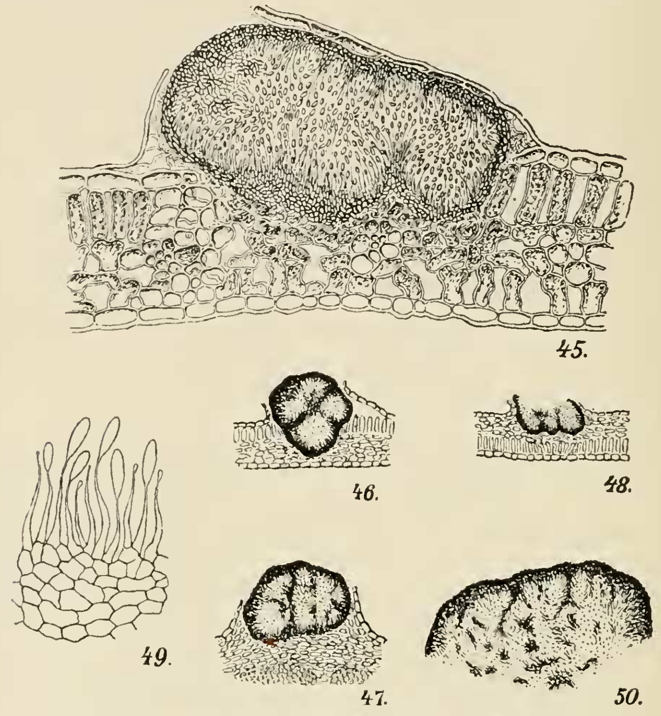


Fig. 45—50. *Sporonema Platani* (*Fusicoccum veronense*).

Fig. 45. Große, fast ungeteilte Konidienfrucht (*Sporonema*) auf einem faulenden Platanenblatt, Oberseite. $\frac{160}{1}$. — Fig. 46. Desgleichen, aber durch Scheidewände mehrteilig. Schema. $\frac{40}{1}$. — Fig. 47. Desgleichen, mehrteilig, von einem Blattstiel (*Fusicoccum*). $\frac{40}{1}$. Alle drei in Hamburg erzogenes Material. — Fig. 48. Unregelmäßig geöffnete Konidienfrucht auf der Blattunterseite, Originalmaterial von J. A. Bäumler (*Sporonema*). $\frac{40}{1}$. — Fig. 49. Teil der konidienbildenden Schicht, $\frac{600}{1}$, aus Originalmaterial von C. Massalongo (*Fusicoccum*). Vgl. Fig. 24 u. 43. — Fig. 50. Teil einer sehr großen, in einer Reinkultur aus Ascosporen auf Platanenagar erwachsenen Konidienfrucht. $\frac{25}{1}$.

selbe hat eine 13—20 μ dicke, braunschwarze, aus pseudoparenchymatisch verbundenen Hyphen gebildete Wand, welche die Konidienmasse ringsum umschließt, mitunter allerdings auf der Unterseite nach dem Blattgewebe zu etwas weniger deutlich entwickelt ist. Manchmal ist das Gehäuse rund oder rundlich-eckig, manchmal

etwas flachgedrückt und mit der flachen Seite dem Blatte aufsitzend. Der verschiedenen Gestalt entspricht eine ebenso verschiedene Größe, ich habe Breiten von 200 bis gegen 400 und Höhen von 170 bis 300 μ gemessen. Im Innern findet sich entweder ein einziger Hohlraum oder es bilden sich mehr oder weniger vollständige Scheidewände aus, indem schwärzliche Hyphen in den Hohlraum vordringen und zu Gewebeschichten zusammenschließen (Fig. 46 u. 47). Die auf diese Weise zustande kommenden Kammern können unter Umständen sogar übereinander liegen (Fig. 46). Von der Innenwand, und falls solche da sind, von den Scheidewänden entspringen kürzere und längere Konidienträger (13—26 μ), an denen einzellige, farblose, länglich ovale Konidien entstehen (Fig. 49), die vollkommen mit denen des *Gloeosporium nervisequum* übereinstimmen und auch dieselbe Größe haben (8—10 : 3—4,5 μ). Ein Öffnen der Gehäuse kommt zustande, indem die obere Wand in unregelmäßiger Weise zerreißt (Fig. 48).

Schon die Beschaffenheit der Konidien und Konidienträger (vgl. Fig. 24, 43 u. 49) und das Vorkommen dieser Konidienlager auf den vorher von *Gloeosporium nervisequum* ergriffenen, gleichzeitig Perithecien der *Gnomonia Veneta* ausbildenden Blattflecken machen es in einem gewissen Grade wahrscheinlich, daß auch die vorliegende Pilzbildung ein Entwicklungsglied der *Gnomonia Veneta* ist. Ein strenger Beweis kann natürlich nur durch geeignete Kulturversuche erbracht werden. Zu diesem Zwecke wurde ein Pilzkörper von einem überwinternden Blatte (am 9. Dezember) abgelöst, mehrfach mit sterilem Wasser gewaschen und dann in einem Tröpfchen sterilen Wassers zerdrückt. Nachdem mit dem Mikroskop das Vorhandensein reichlicher Konidien festgestellt war, wurden eine Anzahl Probierröhren und feuchte Kammern geimpft. Die meisten dieser Impfungen lieferten direkt Reinkulturen, und diese hatten Ende Dezember makroskopisch und mikroskopisch dieselbe Beschaffenheit, wie die aus Ascosporen der *Gnomonia Veneta*, aus Konidien des *Gloeosporium nervisequum* und aus Konidien des *Myxosporium valsoideum* bezugsweise der *Discula Platani* erhaltenen Reinkulturen. Somit ist die Zugehörigkeit dieser Konidienlager in den Entwicklungszyklus der *Gnomonia Veneta* zur Genüge erwiesen.

Noch ein weiterer Beweisgrund kommt hinzu. In den Reinkulturen, die aus den Sporen der *Gnomonia Veneta* und aus den Konidien des *Gloeosporium nervisequum* bezugsweise des *Myxo-*

sporium valsoideum erhalten worden waren, entstanden nach und nach, wie oben schon ausgeführt wurde, große braunschwarze Fruchtkörper, die außen mit brauner Peridie umgeben, innen meist vielfach gekammert waren und an langen Trägern Konidien bildeten (Fig. 50). Die direkte mikroskopische Vergleichung mit den hier beschriebenen, auf Blättern gefundenen Konidienlagern läßt keinen Zweifel aufkommen, daß es sich um dieselben Gebilde handelt. Nur sind die in den Reinkulturen erhaltenen größer und meist komplizierter gebaut; doch dies erklärt sich ohne Zweifel durch die reichlichere Ernährung bei dem Mangel jeder Konkurrenz.

Es ist nun noch die Frage zu erörtern, ob die vorliegende Konidienlagerform bereits von früheren Beobachtern gefunden und beschrieben worden, oder mit andern Worten, ob sie mit einem der bekannten Fungi imperfecti identisch ist.

In der Tat kommen zwei Pilze in diesem Sinne in Betracht. Der erste ist *Sporonema Platani* Bäumler, ein Pilz, der in die Familie der Excipulaceen gestellt wird. Die Diagnose (Allescher, Pilze VII, p. 415; Saccardo, Sylloge X, p. 435): — „Fruchtgehäuse auf der Blattunterseite, erst unter der Oberhaut, dann hervorbrechend frei, geschlossen, dunkelbraun, 200—300 μ im Durchmesser, von dickparenchymatischem Gewebe, endlich spaltig aufreißend; Scheibe weiß, im feuchten Zustande gelatinös, konvex; Sporen zahlreich, länglich eiförmig oder spindelförmig, 7—11 μ lang, 3—4 μ dick, hyalin; Sporenträger 6—10 μ lang, 2 μ dick, einfach. Auf abgestorbenen Blättern von *Platanus occidentalis*" — paßt in den meisten Punkten gut auf den vorliegenden Pilz. Die Ähnlichkeit mit dem *Gloeosporium* ist dem Entdecker des Pilzes, Bäumler, schon aufgefallen, denn er schreibt (Österr. Bot. Zeitschr. XL, 1890, p. 18): „. . . feucht bilden die zahlreichen Sporen eine gelatinöse Scheibe, einem kleinen Discomyceten vergleichbar. In diesem Zustande dürfte wohl *Gloeosporium Platani* (Mont.) Oud. obigem Pilze etwas ähnlich sein, doch das erst geschlossene Perithecium, dessen Wände allerseits Sporen absondern und immer deutlich sind, zeigen sofort, daß er kein Pilz aus der Familie der *Melanconieae* ist; die Sporen sind — abgesehen von den Größenverhältnissen — der Form nach auch so wie bei *Gl. Platani* (Mont.) Oud., d. h. wie dieselben für diesen Pilz in Fungi italici Nr. 1059 von Saccardo gezeichnet werden."

Der zweite Pilz, auf den hinzuweisen wäre, ist *Fusicoccum veronense* C. Massal., ein Pilz, der zu den hyalinsporigen Sphaerio-

ideen gestellt wird. Die Gattungsdiagnose (Allescher, Pilze VI, p. 546; Saccardo, Sylloge III, p. 247): — „Stroma durch die Oberhaut hervorbrechend, konvex oder kegelförmig, fast lederartig, schwarz, im Innern mehr oder weniger deutlich mehrkammerig" — und die Speziesdiagnose (Allescher, Pilze VII, p. 865; Saccardo, Sylloge XVI, p. 900): — „Stromata schwarz, fast kugelig, hervorbrechend, 0,7—1 mm im Durchmesser, innen mehrkammerig; die Kammern zwei- bis dreischichtig, unregelmäßig eckig, mit von den 10—15 μ langen, 2—3 μ dicken, einfachen, an der Spitze verschmälerten Sporenträgern gebildeten Scheidewänden; Sporen eiförmig, 8—12 μ lang, 4—5 μ dick, beidendig abgerundet, hyalin. Auf faulenden Blattstielen von *Platanus orientalis*" — lassen sich ohne große Schwierigkeiten auf den vorliegenden Pilz, namentlich auf die gekammerten Formen desselben beziehen.

Infolge der Liebenswürdigkeit der Herren J. A. Bäumler in Preßburg und Prof. Dr. C. Massalongo in Ferrara war ich in der Lage, beide Pilze in Originalexemplaren vergleichen zu können, und ich komme danach zu dem Schlusse, daß dieselben sowohl miteinander wie mit dem mir vorliegenden Pilze identisch sind. In bezug auf den Ort, wo die Konidienlager entstehen, den Bau ihres Gehäuses, das Eindringen mehr oder weniger deutlicher Scheidewände in das Innere, die Beschaffenheit der Konidien und Konidienträger besteht vollkommene Übereinstimmung. In dem Material von *Fusicoccum veronense* waren in den Sklerenchymzellen unter den Lagern dieselben im Lumen verlaufenden, an den Tüpfeln die Wand durchbohrenden Hyphen vorhanden, wie sie oben von *Myxosporium valsoideum* beschrieben wurden. Daß bei meinem Material die Konidienträger länger sind als an dem von Bäumler, kann ich nicht als wesentlich ansehen, da es dabei jedenfalls sehr auf Alter und Entwicklungszustand der Lager ankommt. Die älteren Lager sind sehr vollgestopft mit Konidien und diese haben entsprechend kürzere Träger. Das Vorkommen von *Fusicoccum* auf den Blattstielen kann ebensowenig einen Unterschied begründen. Da im Exsikkat von Herrn Prof. Massalongo nur Stiele vorhanden waren, konnte ich nicht entscheiden, ob vielleicht auch auf den Spreiten Konidienlager vorhanden gewesen sind. Ich habe aber schließlich im Dezember unter der mit *Gloeosporium nervisequum* behafteten Platane eine Anzahl Blätter aufgelesen, und es gelang sehr bald, sowohl auf den Spreiten wie auf den Stielen (Fig. 47) Fruchtkörper zu finden, die ganz der *Sporonema* bezugsweise dem

Fusicoccum entsprechen. *Sporonema Platani* und *Fusicoccum veronense* sind also identisch und bilden eine weitere, auf abgestorbenen Blättern lebende Konidienfruchtform von *Gnomonia Veneta.*

Es möchte jemand die Frage aufwerfen, wie es möglich war, denselben Pilz zwei verschiedenen Gattungen und zwei verschiedenen Familien zuzuweisen. Die Erklärung liegt auch hier wieder in der schon mehrfach hervorgehobenen Unbestimmtheit der Diagnosen. In der Gattungsdiagnose von *Fusicoccum* Corda (Allescher, Pilze VI, p. 546) ist als Stroma bezeichnet, was unter *Sporonema* Desm. (Allescher VII, p. 411) Fruchtgehäuse heißt; im übrigen ist es kaum möglich, einen bestimmten Unterschied aus den Diagnosen zu entnehmen. Was die Familiendiagnosen betrifft, so wird der Unterschied, der darin besteht, daß bei den Sphaerioideen das Gehäuse ringsum ausgebildet, bei den Excipulaceen schüssel- oder topfförmig sein soll, dadurch teilweise wieder aufgehoben, daß es bei den Excipulaceen „anfangs zuweilen fast kugelig geschlossen" ist (Allescher VI, p. 7). Nun hat anscheinend der eine Autor mehr die geschlossenen, der andere mehr die geöffneten Zustände der Konidienfrüchte im Auge gehabt, und so wird es verständlich, daß sie bei ihren Bemühungen, den Pilz im System der *Fungi imperfecti* unterzubringen, zu verschiedenen Resultaten kamen.

Zum Schlusse mag hier noch bemerkt werden, daß mir nach der Diagnose auch eine gewisse Ähnlichkeit der vorliegenden Konidienfrüchte mit *Cytosporella Platani* Oud. (Contrib. Fl. Myc. Pays Bas XVI, p. 64; Allescher, Pilze VII, p. 866) zu bestehen schien. Die Vergleichung einer Probe der *Cytosporella,* die mir Herr Prof. Oudemans zur Verfügung stellte, lehrte aber, daß kein Grund vorliegt, nach näheren Beziehungen zu suchen. Der Pilz tritt ähnlich der *Discula* in der Rinde auf, das für *Cytospora* und *Cytosporella* charakteristische Gehäuse weicht im Bau von dem des *Sporonema* ab, die Konidien sind mehr rundlich oval und kürzer als die der Konidienfrüchte von *Gnomonia Veneta.*

8. Infektionsversuche.

Wenngleich die vollkommene Übereinstimmung der aus den Ascosporen der *Gnomonia Veneta* und der aus den Konidien des *Gloeosporium nervisequum* hervorgegangenen Reinkulturen schon für sich allein die Zusammengehörigkeit dieser Pilzformen in den Entwicklungsgang eines und desselben Pilzes mit völliger Evidenz

beweist, so ist doch die Bestätigung dieses Zusammenhanges durch Infektionsversuche zum mindesten wünschenswert. Aber die Infektion der Platanen macht auffällige Schwierigkeiten. Schon v. Tavel (Botan. Zeitung 1886, p. 829) berichtet, daß er sich vergebens bemüht habe, mittels der Konidien Infektionen herbeizuführen. Leclerc du Sablon und Beauverie scheinen keine Versuche angestellt zu haben; wenigstens schreiben sie nichts darüber. Ich habe hauptsächlich mit Ascosporen und mit den aus Ascosporen in Reinkultur erzogenen Konidien zu infizieren versucht und auch wiederholt guten Erfolg erhalten; dennoch muß ich diesen Erfolg im Verhältnis zu der Zahl der Versuche und der Menge der aufgewendeten Sporen einen spärlichen nennen und den Schluß ziehen, daß bei der Infektion der Platanen gewisse Bedingungen erfüllt sein müssen, die wir noch nicht kennen, und die man in den künstlichen Versuchen nicht immer trifft.

Wie bereits oben erwähnt wurde, gelingt es nicht leicht, die Perithecien zum Ausschleudern der Sporen zu veranlassen, und wenn sie es tun, so ist die Menge der geschleuderten Sporen schon deshalb eine geringe, weil die Perithecien nie besonders zahlreich sind. Es bietet deshalb wenig Aussicht, die Infektion auf dem natürlichsten Wege, nämlich durch Auffallenlassen geschleuderter Sporen, zu versuchen, und ich habe von Versuchen dieser Art bisher namentlich auch deshalb abgesehen, weil es schwer zu kontrollieren ist, ob die Stellen, die man impfen will, auch wirklich mit Sporen bestreut worden sind. Ich sah mich vielmehr genötigt, die Sporen durch Zerdrücken freipräparierter Perithecien zu gewinnen. Auch dieses Verfahren ist mühsam, man muß zahlreiche Perithecien präparieren, um eine Impfung ausführen zu können, und es ist mikroskopische Kontrolle nötig, damit man sicher ist, die richtigen Sporen ausgesät zu haben. Die in Wasser verteilten Sporen wurden mit Hilfe eines Pinsels oder eines Kapillarrohrs auf die Blätter aufgetragen, und zwar, da die Infektion immer an den Blattrippen beginnt, auf diese und deren nächste Umgebung, auf beiden Blattseiten. Es war dabei oft nötig, die betreffenden Teile mit dem nassen Pinsel so lange zu bestreichen, bis das Wasser leicht haften blieb, bezugsweise bis die Haare der Blattunterseite soweit benetzt waren, daß das von ihnen aufgenommene Wasser mit der Blattfläche in Berührung kam. Die jüngsten noch teilweise zusammengefalteten Blätter wurden ganz bestrichen.

Im Jahre 1902 hatte ich zunächst noch dadurch mit Schwierigkeiten zu kämpfen, daß ich nicht über genügend gut wachsende Platanen verfügte. Erfolg trat ein bei einem Versuche, in welchem eine aus Ascosporen gezogene Reinkultur zur Impfung verwandt wurde. Diese Kultur hatte sich vom 24. Juni bis 8. Juli in einer Petrischale entwickelt und die oben beschriebene charakteristische Beschaffenheit angenommen. Nun wurde Wasser auf die Agarschicht gebracht und die Oberfläche längere Zeit mit einem weichen Pinsel bearbeitet, so daß die Konidien und wohl auch kleine Agarteilchen mit Mycel sich loslösen konnten. Mit der so erhaltenen Flüssigkeit wurden die Blätter einer Topfplatane bestrichen, beiderseits und namentlich an den Rippen. Von vier auf diese Weise geimpften Blättern zeigte am 11. August das eine eine große Infektionsstelle mit zahlreichen Fruchtkörpern auf der Haupt- und einer Nebenrippe; zwei andere Blätter hatten braune Flecken, die wie Infektionsstellen aussahen, aber nur auf einem derselben fanden sich undeutliche Fruchtkörper; das vierte Blatt war überhaupt nicht angegriffen. In dem vorliegenden Falle hatten höchst wahrscheinlich die Konidien die Infektion bewirkt; daß die abgelösten Mycelteile beteiligt waren, ist wohl weniger wahrscheinlich. Auf alle Fälle aber handelte es sich um Pilzteile, die nachweisbar aus Ascosporen hervorgegangen waren, so daß dieser Versuch den Zusammenhang des *Gloeosporium nervisequum* mit der Ascosporenform bestätigt.

Ein in ähnlicher Weise geimpftes und infiziertes Blatt einer andern Platane wurde im Herbst abgenommen und in einer geschlossenen Glasbüchse, gegen Austrocknen geschützt, im Zimmer aufbewahrt. Am 16. Januar waren Perithecien vorhanden, und die mikroskopische Untersuchung ergab, daß Asci mit wohlausgebildeten Sporen darin enthalten waren. Diese Beobachtung lehrt ebenso wie die oben besprochene Gewinnung von Perithecien in Reinkulturen auf sterilen Blättern, daß die Einwirkung der winterlichen Witterung für die Ausbildung der Ascosporen dieses Pilzes kein Erfordernis ist.

Im Jahre 1903 hatte ich auch Erfolg bei der direkten Aussaat von Ascosporen. An zwei Platanen (*A* und *B*) wurden die Blätter wiederholt mit in Wasser verteilten Ascosporen bepinselt, zunächst sämtliche vorhandenen Blätter, und dann wesentlich die sich neu entwickelnden, am 15. Juni, am 1. und 11. Juli. Nach jeder Aussaat standen die Pflanzen 5—6 Tage unter einer

Glasglocke, dann ohne Glocke im Gewächshause. Am 2. August trat auf einem Blatte der einen Platane (*A*) an der Hauptrippe ein brauner Flecken auf, der sich am 19. August als eine Infektionsstelle mit Konidienlagern erwies. Die andere Platane (*B*) war pilzfrei geblieben. Nachdem das infizierte Blatt entfernt war, wurden am 24. August abermals Ascosporen auf die Blätter und die sich entwickelnde Knospe eines Triebes der Platane *A* und zweier Triebe von *B* gebracht. Am 23. September waren auf der Platane *B* drei infizierte Blätter mit Konidienlagern vorhanden, es waren das erste und das dritte Blatt von der Spitze gezählt an dem Haupttriebe und das zweite Blatt an dem Seitentriebe infiziert; diesmal war die Platane *A* pilzfrei geblieben. Diese Versuche lehren, daß die Ascosporen die Blätter auch direkt zu infizieren vermögen. Man sieht aber zugleich, daß die Infektion noch von irgend welchen nicht näher bekannten Umständen abhängt und daher einstweilen nicht mit Sicherheit herbeigeführt werden kann.

Von den pilzfrei gebliebenen Blättern beider Platanen wurden am 30. Oktober mehrere abgeschnitten und in eine geschlossene Glasbüchse gelegt. Auf den absterbenden Blättern entstanden braune Flecken, und auf diesen zeigten sich nach einiger Zeit, über die Blattfläche verteilt, Konidienlager, ganz ähnlich wie bei den Reinkulturen auf sterilisierten Platanenblättern, oder wie bei dem als *Gloeosporium Platani* bezeichneten Pilze. Diese Pilzentwicklung braucht aber nicht die Folge einer voraufgegangenen Infektion gewesen zu sein; ich halte es für wahrscheinlicher, daß die von den Aussaaten her noch vorhandenen Sporen sich auf den absterbenden Blättern saprophytisch entwickelt haben.

Im Jahre 1904 wurden die Versuche in verschiedener Weise abgeändert, um womöglich näheres über die Infektionsbedingungen zu erfahren, doch war der Erfolg nicht günstiger. Nur in einem Falle erhielt ich eine Infektion. Das betreffende Blatt, das sich am 6. Juli infiziert zeigte, war am 9. Juni in ganz jugendlichem Zustande, als es nicht mehr als etwa 10—15 mm groß und noch dicht mit dem jugendlichen Haarfilz bekleidet war, auf beiden Seiten mit Ascosporen bepinselt worden. An andern Blättern, die in dem gleichen Alterszustande geimpft wurden, erhielt ich aber keinen Erfolg, so daß man also nicht behaupten kann, daß das geeignete Entwicklungsstadium hiermit gefunden sei.

Auf die ziemlich zahlreichen sonstigen Versuche will ich nicht eingehen, weil sie kein klares Resultat liefern.

Sucht man aus der Gesamtheit der vorstehenden Versuche Schlüsse zu ziehen, so kann es zunächst keinem Zweifel unterliegen, daß die Zusammengehörigkeit des Ascosporenpilzes *Gnomonia Veneta* mit dem *Gloeosporium* zur Genüge bewiesen ist, und ebenso, daß die Ascosporen direkt die Infektion auszuführen vermögen.

Im übrigen aber erscheint die parasitische Natur des vorliegenden Pilzes in einem sehr eigentümlichen Lichte. Es muß auffallen, daß derselbe sich sehr leicht in künstlicher Kultur ziehen, also saprophytisch ernähren läßt. Auch in der Natur findet seine Hauptentwicklung in saprophytischer Weise statt. Die *Gloeosporium*- und die *Myxosporium*- bezugsweise *Discula*-Konidienlager bilden sich erst, nachdem das Mycel die ergriffenen Gewebe abgetötet hat, die *Fusicoccum*- oder *Sporonema*-Konidienlager sowie die Perithecien entstehen auf den am Erdboden faulenden Blättern. Es wurde oben auch ein Versuch erwähnt, bei welchem die Sporen auf Blättern, die sie nicht infiziert hatten, nach deren Absterben zur Entwicklung kamen. Man könnte daher geneigt sein anzunehmen, daß der Pilz etwa ein Wundparasit sei, dem es erst nach voraufgegangener Verletzung oder sonstiger Schädigung der Wirtspflanze möglich werde, dieselbe anzugreifen. Es scheint aber doch ein wirkliches Infektionsvermögen vorhanden zu sein, denn es gelingt wenigstens nicht, an den Infektionsstellen auf Blättern Verletzungen zu finden, und es ist auch unwahrscheinlich, daß die zahlreichen Pilzflecken, die man im Freien auf den Blättern antrifft, alle die Folgen zufälliger Verletzungen wären. Aber unstreitig ist das Infektionsvermögen ein verhältnismäßig geringes, oder, mit andern Worten, die Widerstandsfähigkeit der Platanen gegen die Infektion eine recht hohe. Dies stimmt auch zu dem Auftreten der Krankheit auf der anfangs erwähnten Platane im Botanischen Garten zu Hamburg, an der nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der Blätter befallen ist. Handelte es sich um einen Pilz von ähnlichem Infektionsvermögen, wie es zB. die meisten Rostpilze haben, so müßte jedes Blatt befallen werden und infolge der aus der Blattkrankheit vielfach hervorgehenden Zweigkrankheit der Baum in kürzester Frist zugrunde gehen, denn in den verschiedenen Arten von Fruchtkörpern werden gewaltige Mengen von Keimen erzeugt.

Die Schädlichkeit des Platanenpilzes ist von den früheren Beobachtern in lebhaften Farben geschildert worden. Einen so hohen Grad von Schädlichkeit kann ich, wie aus dem Voraufgehenden hervorgeht, bei uns nicht konstatieren. Zwar richtet der

Pilz die ergriffenen Teile der lebenden Pflanze alsbald zugrunde; er bringt auch alljährlich eine Anzahl der dünnen Zweige zum Absterben. Aber das Umsichgreifen bleibt doch ein begrenztes, und es wird, wie bereits oben ausgeführt wurde, an zahlreichen Zweigen das Weiterwachsen des Mycels gehemmt und die Ausheilung des Schadens eingeleitet. Es liegt mir natürlich fern, die Angaben der früheren Beobachter anzweifeln zu wollen; es ist sehr wohl möglich, daß die Krankheit unter anderen klimatischen Verhältnissen heftiger auftritt, und daß andere Platanenarten, zB. *Platanus occidentalis*, mehr unter den Angriffen des Pilzes leiden.

Als Maßregeln zur Bekämpfung der Platanenkrankheit ergeben die vorliegenden Beobachtungen das Ausschneiden sämtlicher erkrankten Zweige und die Beseitigung des abfallenden Laubes. Die abgeschnittenen Zweige und das Laub sind zu verbrennen, weil sie sonst einen Herd für neue Infektionen abgeben können.

Die Synonymik des Platanenpilzes stellt sich nach den vorliegenden Untersuchungen folgendermaßen:

Gnomonia Veneta (Sacc. et Speg.) Kleb.

Laestadia Veneta Saccardo et Spegazzini, Mycoth. Ven. No. 1266; Saccardo, Mich. I, p. 351; Fungi ital. t. 355; Sylloge I, p. 422.

Apiospora Veneta Sacc. in litt., in Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkr. XII, 1902, p. 257.

Gloeosporium nervisequum (Fuck.) Saccardo, Mich. II, p. 381; Fungi ital., t. 1051; Sylloge III, p. 711; Allescher, Pilze VII, p. 490.

Fusarium nervisequum Fuckel, Symb. myc., p. 369, tab. I, Fig. 37.

Hymenula Platani Léveillé in Desm., Exs. No. 1349.

Gloeosporium Platani (Mont.) Oudemans, Mat. Myc. Néerl. II, p. 29; Saccardo, Mich. I, p. 218; Fung. ital., t. 1059; Sylloge III, p. 711.

Fusarium Platani Montagne, Ann. d. sc. nat. 3 sér. XI, p. 55; Syll. Crypt. No. 1000.

Gloeosporium valsoideum Saccardo, Mich. II, p. 381; Fung. ital., t. 1048; Sylloge III, p. 716.

Myxosporium valsoideum (Sacc.), Allescher, Pilze VII, p. 524.

Hymenula ramulorum Passerini, Ancore sulla Nebbia di Gelsi 1884, p. 3.

Discula Platani (Peck) Saccardo, Sylloge III, p. 674; Allescher, Pilze VII, p. 409.

Discella Platani Peck, 29. Report on the State Mus. of Nat. Hist. Albany Newyork 1878, p. 49.

Discella Platani Oudemans, Aanw. v. de flora mycol. v. Nederl. 1876—77, p. 9 (Nederl. Kruidk. Archief).

Sporonema Platani Bäumler, Mycol. Not. III in Österr. Botan. Zeitschr. 1890, p. 17; Saccardo, Syll. X, p. 435; Allescher, Pilze VII, p. 415.

Fusicoccum veronense C. Massalongo, Nov. mic. Ver., p. 255 in Boll. Soc. bot. ital. 1900; Saccardo, Sylloge XVI, p. 900; Allescher, Pilze VII, p. 865.

9. Zur Systematik der *Fungi imperfecti*.

Die vorliegenden Untersuchungen über *Gnomonia Veneta* und deren Konidienfrüchte nötigen zu einigen Betrachtungen über die Systematik der *Fungi imperfecti*. Es ist gezeigt worden, daß die Konidien dieses Pilzes auf vier verschiedene Weisen entstehen können, nämlich erstens ganz frei an Hyphen, so allerdings nur in Reinkulturen, zweitens zu Lagern ohne Gehäuse vereinigt, so auf den Blättern als *Gloeosporium nervisequum* und *Gl. Platani*, drittens in Lagern mit wenig ausgeprägtem Gehäuse, so als *Myxosporium valsoideum* oder *Discula Platani* in der Rinde der Zweige, und viertens in einem unverkennbaren schwarzen, mitunter mehrkammerigen Gehäuse, so als *Sporonema Platani* oder *Fusicoccum veronense* auf toten Blättern. Nach den erwähnten Merkmalen werden die Hauptgruppen der *Fungi imperfecti* unterschieden, die Hyphomyceten, die Melanconiaceen und die Sphaeropsideen. Selbst wenn von dem Hyphomycetenstadium der an freien Hyphen gebildeten Konidien abgesehen werden müßte, weil dieses als ein Kunstprodukt der Reinkultur betrachtet werden könnte, so bleibt doch die Tatsache bestehen, daß Konidienfruchtformen, die bisher als selbständige Pilze beschrieben worden sind, und die man teils bei den Melanconiaceen *(Gloeosporium, Myxosporium)*, teils bei den Sphaeropsideen, und zwar hier wieder in den beiden Familien der Sphaerioideen *(Fusicoccum)* und der Excipulaceen *(Discula, Sporonema)* untergebracht hat, in den Entwicklungsgang eines und desselben Pilzes gehören. Die entscheidenden Merkmale der Hauptgruppen unter den *Fungi imperfecti* genügen also im vorliegenden Falle nicht einmal, um einen Artunterschied zu begründen. Der Wert der bisherigen Einteilung kann daher mit Recht in Frage gezogen werden.

Schon Brefeld (Untersuch. a. d. Gesamtgeb. d. Myk. X, 1891) hat durch Reinkulturen festgestellt, daß in manchen Fällen im Entwicklungsgange desselben Pilzes Konidien an freien Trägern und Konidien in geschlossenen Gehäusen (Pykniden) neben- oder nacheinander auftreten können, so bei *Sphaerella Populi*, *Eutypa*-Arten, *Diatrype Stigma*, *Clithris quercina* (p. 216, 238, 243, 276). Der vorliegende Fall des Platanenpilzes zeigt noch mehr; der Nachweis der Zusammengehörigkeit bezieht sich hier auf ganz bestimmte, im Freien beobachtete Konidienzustände, deren Namen sich angeben lassen, und die ihren bestimmten Platz im System einnehmen. Dadurch tritt also die Unzulänglichkeit der bisherigen Klassifikation auch für den rein beschreibenden Systematiker in sehr drastischer Weise hervor.

Es würde nun allerdings übereilt sein, auf Grund dieser Verhältnisse die gegenwärtige Einteilung der *Fungi imperfecti* und die unterscheidenden Merkmale ohne weiteres als wertlos für die natürliche Gruppierung dieser Pilze ansprechen zu wollen. In vielen Fällen wird das bestehende System der natürlichen Verwandtschaft gemäß sein; in andern Fällen aber, wie in dem vorliegenden, zieht es Grenzen, wo keine zu ziehen sind. Daher muß die jetzige Systematik einschneidende Veränderungen erfahren, wenn sie der natürlichen Verwandtschaft dieser Pilze angepaßt werden soll. Etwas besseres an die Stelle der gegenwärtigen Einteilung zu setzen, ist freilich augenblicklich noch nicht möglich. Aber einige Gesichtspunkte für die weitere Arbeit lassen sich gewinnen.

Durch möglichst zahlreiche Untersuchungen im Sinne der vorliegenden würde man dem Ziele, sämtliche *Fungi imperfecti* bei den zugehörigen Ascomyceten einzuordnen, allmählich näher kommen. Aber die Zahl der *Fungi imperfecti* ist eine zu große, als daß dieser Fortschritt ein schneller sein kann, und es wird stets eine große Zahl sozusagen herrenloser Formen übrig bleiben, die eine Klassifizierung nötig machen, damit eine Übersicht über dieselben möglich ist.

Es muß daher die Forderung gestellt werden, die *Fungi imperfecti* auch an sich genauer zu untersuchen, als dies bei der Beschreibung neuer Arten in der Regel geschieht oder geschehen ist. Eine eingehende vergleichende und womöglich durch Infektionsversuche oder Reinkulturen unterstützte Bearbeitung einer kleinen Gruppe fördert die Erkenntnis des Ganzen weit mehr als die Entdeckung zahlloser neuer Arten, deren Unterscheidung von den früher

beschriebenen Formen späteren Forschern manchmal kaum möglich ist; wie wenig scharf die Begriffe in den Diagnosen in vielen Fällen sind, wurde oben bereits hervorgehoben.

Wenn derartige Untersuchungen sich auf die in ihrer Zugehörigkeit zu Ascosporenpilzen bereits erkannten Konidienformen und die diesen nächst verwandten *Fungi imperfecti* erstrecken, wird man hoffen können, auch für die Unterbringung der letzteren Anhaltspunkte zu gewinnen; denn es ist wahrscheinlich, oder es wird wenigstens in vielen Fällen zutreffen, daß zu ähnlichen Konidienfruchtformen auch ähnliche Ascosporenfrüchte gehören.

Ferner wird man sich künftig nicht abschrecken lassen dürfen, zwischen den Formen der *Fungi imperfecti* auch dann nach inneren Zusammenhängen zu suchen, wenn dieselben durch ihre Plätze im gegenwärtigen System anscheinend grundverschieden sind; denn es ist wohl anzunehmen, daß die Vielgestaltigkeit des Platanenpilzes nicht allein dasteht. Wenn sich auf demselben Nährboden Pilze finden, die in der Beschaffenheit und in der Art der Bildung ihrer Konidien übereinstimmen, so wird man die Frage nach ihrer Zusammengehörigkeit stellen müssen, auch wenn das Vorhandensein oder Fehlen von Gehäusen oder der Bau der letzteren sie ganz verschiedenen Gruppen des jetzigen Systems zuweist. Für den Beweis des Zusammenhangs genügt allerdings die Übereinstimmung der Konidien nicht; hierzu bedarf es der Reinkultur oder des Infektionsversuchs. Ob bei dieser Frage auch mit der Möglichkeit eines Substratwechsels zu rechnen ist, mag einstweilen unerörtert bleiben.

Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, daß durch die Einreihung der Konidienformen unter die Ascomyceten unter Umständen auch die Systematik der letzteren gewisse, wenn auch weniger einschneidende Veränderungen erfahren könnte.
